Mit dieser Rückschau auf unsere Darlegungen über "theoretische" und "experimentelle Sätze" vom Blickpunkt der "operationalen Methode" aus, womit gleichzeitig die erarbeiteten Gesichtspunkte noch einmal zusammengefasst werden sollten, sind unsere Ausführungen über die erste Formalstufe des Experimentierens abgeschlossen.

d. Die zweite Formalstufe des Experimentierens: Die Entwicklung von Planungs-Modellen zur Realisation der "experimentellen Sätze" nach eindeutigen Handlungsanweisungen

1) Nachdem wir im vorigen Abschnitt die Beziehung zwischen den "theoretischen Sätzen" und den aus ihnen abgeleiteten "experimentellen Sätzen" analysiert haben, lassen wir von nun an das Problem des theoretischen Bezuges der "experimentellen Sätze" als bearbeitet beiseite und wenden unseren Blick von den "experimentellen Sätzen" aus quasi "in die andere Richtung", nämlich auf die in ihnen angesprochenen realen Verhältnisse. Das Ziel praktischen empirisch-wissenschaftlichen Tuns ist - wie wir darlegten - zuvörderst die realisierende Herstellung einer "Übereinstimmungsbeziehung" zwischen Allgemeinaussagen und den zugeordneten realen Verhältnissen oder, wo das nicht als erreichbar betrachtet wird, zum mindesten die Schaffung einer lediglich auf unechte Weise belasteten Realitätsbeziehung. Da wir im Falle experimentellen Forschens zwischen die "theoretischen Sätze" und die konkrete Realisationshandlung die "experimentellen Sätze" einschalten mussten, sind die genannten Zielsetzungen hier auf die "experimentellen Sätze" zu beziehen. In der experimentellen Realisationshandlung soll mithin eine möglichst weitgehende "Übereinstimmungsbeziehung" zwischen "experimentellen Sätzen" und den in ihnen angesprochenen realen Verhältnissen hergestellt werden, d. h. n a c h d e r e x p e r i m e n t e l l e n R e a l i s a t i o n s h a n d l u n g s o l l a n h a n d v o n J e t z t - u n d - H i e r - D a t e n ü b e r e x -

perimentelle Befunde ein möglichst weitgehendes Zutreffen der "Behauptungen über Handlungs-Ereignis-Relationen" konstatierbar sein, wobei natürlich auch die Möglichkeit einer "Scheinrealisation" des "experimentellen Satzes" optimal ausschliessbar sein muss. - Insofern eine Realisationshandlung als nicht bis zu ihrem weitgehenden Erfolg durchführbar betrachtet wird, muss in jedem Falle der Nachweis geführt werden können, dass die "Abweichungen" zwischen den Bestimmungen des "experimentellen Satzes" und den in ihm gemeinten realen Verhältnissen auf "Unzulänglichkeiten der Realisationsmittel" oder "Einflüsse aus dem 'Unkontrollierten'" zurückgehen, also "unechte Belastetheit" bedeuten. Falls die "Zurückweisung der 'Echtheitsbehauptung'" misslingt, ist die Feststellung zu treffen, dass hier "echte Belastetheit" vorliegt, die den "empirischen Wert" des dem "experimentellen Satz" übergeordneten "theoretischen Satzes" herabsetzt[1].

Erinnern wir uns daran, welche allgemeine Form "experimentellen Sätzen" unserer Auffassung nach zukommen muss: "Bestimmte Handlungs-Ereignis-Relationen ... sind mit Notwendigkeit konstatierbar, falls keine stö-

---

1) Über den Sinn der Unterscheidung zwischen zwei Zielen experimentellen Realisierens, dem "hochgesteckten" Ziel, einen "experimentellen Satz" möglichst weitgehend zu realisieren, und dem "bescheideneren" Ziel, bei dem Realisationsversuch entstehende "Abweichungen" zwar hinzunehmen, aber den Nachweis der "Unechtheit" der damit entstehenden Belastetheit einzuplanen, werden wir später Genaueres sagen.

renden Umstände vorliegen" ~~(vgl. S. ———)~~. Die eben umschriebenen Ziele experimentellen Realisierens beziehen sich auf den Passus, in welchem von "störenden Umständen" gesprochen wird. Durch die Bemühung um möglichst weitgehende experimentelle Realisation sollen die "störenden Umstände" soweit wie möglich ausgeschaltet werden. In dem Maße, als im Realisieren die "störende", durch Exhaustion zu überbrükkende "Unbestimmtheitsstelle" eines "experimentellen Satzes" reduziert werden kann, besteht notwendig eine "Übereinstimmungsbeziehung" zwischen dem "experimentellen Satz" und den in ihm gemeinten realen Verhältnissen. (Wie sich von selbst versteht, kann damit niemals gemeint sein, dass bei sehr vollkommenem Realisieren die "hypothetische" Einschränkung: "... falls keine störenden Umstände vorliegen" irgendwann einmal überflüssig wird. Der Konditionalsatz-Charakter einer Aussage ist - wie wir aufwiesen - die unabdingbare Voraussetzung für jede Art von berechtigtem Allgemeinheitsanspruch für diese Aussage; niemand kann dafür garantieren, dass ein in einem bestimmten Falle gelungener Realisationsversuch "in Zukunft" wiederum in gleichem Maße gelingen wird.) Ebenso bezieht sich die Bemühung, die "echte Belastetheit" einer Allgemeinaussage zu vermeiden, auf das Moment der "störenden Umstände". Es soll der Nachweis möglich sein, dass die "störenden Umstände" nicht auf die "Gegenstandsbeschaffenheit" zurückgehen.

Die Bemühung, einen "experimentellen Satz" möglichst weitgehend - d. h. auch unter angemessener Zurückweisung der Behauptung, dass eine "Scheinrealisation" vorliegt -, also möglichst "streng" zu realisieren ~~(vgl. S. ———)~~ oder, soweit das nicht für möglich gehalten wird,

den Nachweis zu erbringen, dass die später u. U. auftretenden Abweichungen eine "unechte Belastetheit" des "experimentellen Satzes" bedeuten, stellt die P l a n u n g e i n e s E x p e r i m e n t e s d a r. Mit Problemen der Planung von Experimenten wollen wir uns in diesem und im nächsten Abschnitt unserer Untersuchung beschäftigen.

2) In den folgenden Darlegungen soll das Problem erörtert werden, auf welche Weise das Ziel der möglichst weitgehenden Realisation eines "experimentellen Satzes" mit Hilfe e i n d e u t i g e r H a n d l u n g s a n w e i s u n g e n erreicht werden kann.

Der Realisationsakt, also das konkrete Handeln des je individuellen Forschers, ist als "Nicht-Satz" in der Wissenschaftssprache selbst nicht enthalten. Die Realisation stellt gemäss unserer Konzeption den eigentlichen "transzendenten Akt" dar, durch welchen theoretische Systeme und reale Gegebenheiten in Übereinstimmung gebracht werden sollen. In der Wissenschaftssprache sind nur Feststellungen über die Planung von Realisationshandlungen v o r dem Realisationsakt und Feststellungen über Ergebnisse von Realisationshandlungen n a c h vollzogenem Realisationsakt möglich. Die zweckmässige Planung der experimentellen Realisation, mit der wir uns jetzt befassen wollen, bedeutet nun u. U. die Formulierung von Handlungsanweisungen, die so eindeutig sind, dass bei ihrer Befolgung eine Realisation, die - bis auf das Moment der Minimalbelastetheit - alle "Unzulänglichkeiten der Realisationsmittel" und/oder "Einflüsse aus dem Unkontrollierten" ausschaltet, also nur an den unüberwindlichen, durch den "Widerstand der Realität" selbst bedingten "Gegenstandsbeschaffenheiten" ihre Grenzen findet. E i n d e u t i g k e i t der Handlungsanweisungen heisst also hier, dass nach diesen Anweisungen bestimmte Handlungen so durchzuführen sind, dass dabei methodische Realisationsmängel und "zu-fällige" Einflüsse optimal vermieden werden können, dass also eine möglichst hochgradige

" S t r e n g e " der Realisation zu erreichen ist. Wenn einer Handlungsanweisung Eindeutigkeit in diesem Sinne zukommt, so ist - das geht aus dem eben Gesagten hervor - damit auch gewährleistet, dass bei Befolgung der Anweisungen in jedem Falle Handlungen ausgeführt werden können, die notwendigerweise immer zu dem gleichen Ergebnis führen. Damit wäre aber auch die W i e d e r h o l b a r k e i t der Experimente oder - wie man sich gelegentlich auch auszudrücken pflegt - die R e p r o d u z i e r b a r k e i t d e r e x p e r i m e n t e l l e n E f f e k t e garantiert. Beim experimentellen Realisieren nach solchen eindeutigen Anweisungen gelingt entweder eine bis auf die Minimalbelastetheit vollständige Realisation eines "experimentellen Satzes", oder der Realisation sind durch die "Gegenstandsbeschaffenheit" unüberwindliche Schranken gesetzt, die als "echte Belastetheit" registriert werden müssen[1]. B e i d e S a c h v e r h a l t e m ü s s e n s i c h - w e n n d i e g e n a n n t e n e i n d e u t i g e n H a n d l u n g s a n w e i s u n g e n b e f o l g t w e r d e n - b e i j e d e r n e u e n R e a l i s a t i o n s h a n d l u n g i m m e r w i e d e r z e i g e n. Das Faktum, dass bestimmte Experimente an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten wiederholbar sind, ist so nicht etwa ein Beleg für die "Uniformität des Naturgeschehens" und rechtfertigt damit den "Glauben an die Weltmaschine" (DINGLER, ~~vgl. S.~~), s o n d e r n i s t n i c h t s w e i t e r a l s e i n A u s d r u c k d e r T a t s a c h e , d a s s n a c h e i n d e u t i g e n A n w e i s u n g e n a n v e r s c h i e d e n e n O r t e n u n d z u v e r s c h i e d e n e n Z e i t e n d i e g l e i c h e n R e a l i s a t i o n s h a n d -

---

~~1) Wir benutzen im folgenden die in unserer wissenschafts-~~ theoretischen Einführung ~~angegebene~~ Terminologie, ohne ~~dass wir dabei jedesmal besondere Verweisungen anbringen.~~

lungen ausgeführt werden konnten - wir haben diesen Umstand bereits früher in anderen Zusammenhängen aufgewiesen. - Wir heben noch einmal heraus: Durch die eben gekennzeichneten eindeutigen Handlungsanweisungen soll zu erreichen sein, dass nach der Realisationshandlung die mit dem Handlungsteil eines "experimentellen Satzes" als in Beziehung stehend behaupteten "experimentellen Ereignisse" tatsächlich auch konstatierbar werden.

Ausser dem Problem der Formulierung eindeutiger Handlungsanweisungen zu möglichst "strenger" Realisation eines experimentellen Satzes soll in den folgenden Ausführungen die Frage abgehandelt werden, wie eindeutige Handlungsanweisungen erstellt werden können, durch welche in Fällen, in denen der Versuch einer - bis auf die Minimalbelastetheit und die "echten" Belastetheitsfaktoren - vollständigen Realisation von vornherein als aussichtslos erscheint, der Nachweis möglich wird, dass der Exhaustionsanteil bei der Geltungsbegründung des "experimentellen Satzes" bis zu einem eventuell auf die "Gegenstandsbeschaffenheit" bedingten Rest auf "unechte" Belastetheitsmomente zurückgeführt werden darf. Mit anderen Worten: In der hier gemeinten zweiten Art von eindeutigen Handlungsanweisungen soll die Möglichkeit einer "Zurückweisung der Echtheitsbehauptung" (vgl. S. 225/6) von vornherein eingeplant sein. Es soll nach der Realisationshandlung eine dreifache Einordnung der zu einem bestimmten experimentellen Befund gehörigen Daten möglich sein. Es sollen nicht nur der Realisations- und

Exhaustionsanteil klar voneinander zu unterscheiden sein, sondern auch die Frage, wieweit die "Abweichungen" als "echte" oder "unechte" Belastetheit zu deuten sind, präzis beantwortet werden können.

Die Konzeption dieser zweiten Art von "eindeutigen Handlungsanweisungen" ist deswegen nötig, weil - wie wir später genauer zeigen werden - bei bestimmten Arten von experimentellen Bemühungen die vollständige Realisation der "experimentellen Sätze" nicht einmal sinnvoll angestrebt werden kann. Man muss hier von vornherein auf den Anspruch, eine optimale Übereinstimmungsbeziehung herzustellen, verzichten. Damit ist zwar die empirische Kontrolle realer Verhältnisse und damit die Möglichkeit der Wiederholbarkeit von Experimenten eingeschränkt, es kann aber versucht werden, den Grad der "echten Belastetheit" des "experimentellen Satzes" bestimmbar zu machen und damit die Beurteilung des "empirischen Wertes" des übergeordneten "theoretischen Satzes" zu ermöglichen. Dies geschieht eben, indem man die Feststellung der Wirksamkeit "unechter" Belastetheitsfaktoren bei der Formulierung der Handlungsanweisungen mit einplant.

3) Die Handlungsanweisungen sind dem "Handlungsglied" eines "experimentellen Satzes" zugeordnet. Während jedoch das "Handlungsglied" selbst wie der gesamte "experimentelle Satz" d e f i n i t o r i s c h e n Charakter hat (in dem "experimentellen Satz" soll die Art der "Realität" bestimmt werden, die dem "theoretischen Satz" konkret entspricht, und damit auf bedeutungsanalytischem Wege der Grad der "Grundbelastetheit" des "theoretischen Satzes" eruierbar sein), haben die Handlungsanweisungen i m p e r a t i v e n Charakter, sie stellen Normen für auszuführende Handlungen dar und sind mithin "Sollenssätze". - Das Formulieren von eindeutigen Handlungsanweisungen für das Handlungsglied eines "experimentellen Satzes" besteht teilwei-

se lediglich im "imperativen" Umbenennen von im Handlungsglied enthaltenen operationalen Bestimmungen. In den allermeisten Fällen muss man jedoch zur Erreichung der Eindeutigkeit der Handlungsanweisungen über die blosse Umformulierung von Bestimmungen des "Handlungsgliedes" weit hinausgehen. Bei physikalischen Experimenten wie dem von uns geschilderten Fall-Experiment müssen die Handlungsanweisungen zwar Angaben über die Schaffung von Messeinrichtungen usw. enthalten, die auch in den operationalen Bestimmungen genannt sind, darüber hinaus sind hier aber natürlich noch genaueste Vorschriften, etwa über die Herstellung der Messinstrumente, nötig. Nur auf diese Weise kann z. B. der operational bestimmte Tatbestand "Stoppuhr" so in Funktion gebracht werden, dass durch die Messungen die im "experimentellen Satz" behaupteten Zahlenwerte tatsächlich zustande kommen. Bei dem geschilderten simplen chemischen Experiment sind etwa zusätzlich genaue Handlungsanweisungen zur fabrikmässigen Herstellung von Natrium nötig usw. Es tut bei all dem nichts zur Sache, ob bestimmte Handlungsanweisungen von dem experimentierenden Forscher selbst formuliert oder ob sie von anderen Menschen aufgestellt und ausgeführt werden. Alle zur angemessenen Planung einer experimentellen Realisationshandlung nötigen Handlungsanweisungen müssen prinzipiell zur Kennzeichnung eines gerade durchzuführenden Experimentes herangezogen werden.

Es mag die Frage gestellt werden, ob nicht gelegentlich zum Zwecke der Vereindeutigung bestimmter Handlungsanweisungen gewisse operationale Definitionen eines "experimentellen Satzes" selber umformuliert werden könnten. Eine solche Umformulierung ist natürlich möglich. Wir hatten ja festgestellt, dass aus einem "theoretischen Satz" verschiedene und u. U. verschiedenartige "experimentelle Sätze" abzuleiten sind. Nur kann sich nach dem Umformulieren eines "experimentellen Satzes" die Art der in diesem Satz angesprochenen "experimentellen Realität" geändert haben, s o d a s s h i e r d i e F r a g e n a c h

der "Grundbelastetheit" des übergeordneten "theoretischen Satzes" in jedem Falle neu zu stellen ist.

4) Bevor wir dem Problem der Eindeutigkeit von Handlungsanweisungen im einzelnen nachgehen, bringen wir einleitend und mehr übersichtshalber eine allgemeine Kennzeichnung der möglichen, jeweilig besonderen Eigenarten "experimenteller Sätze". Wie bei der Betrachtung unserer früher dargestellten Beispiele einsichtig wird, können "experimentelle Sätze" sowohl ihrem "Handlungs-" wie ihrem "Ereignisglied" nach von sehr verschiedenem Charakter sein.

In den Handlungsgliedern mag es um blosses Anordnen von Gegebenheiten des "täglichen Lebens", es mag um die Benutzung von zu ausserwissenschaftlichen Zwecken hergestellten Gegenständen, es mag aber z. B. auch um die operationale Bestimmung von technisch-handwerklich hergestellten wissenschaftlichen "Instrumenten" gehen; wir werden bald noch Genaueres darüber zu sagen haben.

Wenn man die verschiedenartigen "Ereignisglieder" der "experimentellen Sätze" auf allgemeine Weise klassifizieren wollte, so könnte man etwa feststellen: In der in gewisser Hinsicht simpelsten Form von "Ereignisgliedern" wird das einfache Auftreten von bestimmten "qualitativen" Erscheinungen behauptet. Von dieser Art sind etwa die Formulierungen über das Blauwerden des Lackmuspapieres und das Aufleuchten einer gelben Flamme in dem von uns als Beispiel gebrachten anspruchslosen chemischen Experiment. Von dieser Art sind auch die Ereignisglieder der "experimentellen Sätze", die zu jenen psychologischen Experimenten gehören, in denen es um den Aufweis bestimmter "Phänomene" in einem gewissen Sinne des Wortes geht, z. B. des "PURKINJE-Phänomens", des "PULFRICH-Phänomens", des "AUBERT-FÖRSTERschen Phänomens", des "Phi-Phänomens", des "W-Phänomens"[1]. - Als die nächste Klasse

1) Eine Kennzeichnung der einzelnen genannten "Phänomene" erübrigt sich innerhalb dieser rein klassifizierenden Feststellungen. ~~Wir kommen später auf manche dieser "Phänomene" zurück.~~

von "Ereignisgliedern" könnte man solche nennen, in welchen Behauptungen über einfache q u a n t i t a t i v e A l t e r n a t i v e n ausgesprochen werden. Wir denken etwa an den Streit zwischen LAVOISIER und STAHL mit seiner Lehre vom positiv schweren Phlogiston. STAHL behauptete, bestimmte Stoffe würden nach dem Verbrennen l e i c h t e r , LAVOISIER behauptete, diese Stoffe würden nach dem Verbrennen s c h w e r e r , wobei über das "Wieviel" des Leichter- bzw. Schwererwerdens zunächst gar nichts gesagt war. Auch in dem THIENEMANNschen "Phototaxis"-Experiment über den Ortswechsel der Planarien ist ein Ereignisglied formuliert, das man zu der hier gemeinten Klasse zählen kann. Von den alternativen Möglichkeiten, "die Planarien bleiben an ihrem Ort" oder "die Planarien kriechen weg" wurde das Eintreffen der zweiten Möglichkeit behauptet. - Eine nächste Klasse von Ereignis-Behauptungen enthält Angaben über b e s t i m m t e Q u a n t i t ä t e n . Hier wird nicht nur das Eintreffen der einen von zwei Möglichkeiten behauptet, sondern es geht gerade um das "Wieviel" des jeweilig gemeinten Sachverhaltes. Das Anführen von besonderen Beispielen erübrigt sich hier wohl. Man denke nur an ein beliebiges Experiment, in dessen "experimentellem Satz" mehr oder weniger genaue quantitativ formulierte Behauptungen über Ergebnisse von Wägungen, Messakten etc. enthalten sind. - In den weiteren Klassen von "Ereignisgliedern", die wir noch zu erwähnen haben, bildet die für die Entwicklung der Naturwissenschaft fundamentale I d e e d e r " V a r i a b l e n " , d. h. einer in der Zeiteinheit sich verändernden Grösse, die Grundlage für die Formulierung der "Ereignisglieder". (In dieser Idee liegt einer der entscheidenden Fortschritte des naturwissenschaftlichen Denkens seit GALILEI, der die Grundlagen der physikalischen Dynamik schuf. Eine Dynamik im echten Sinne hatte es bei ARISTOTELES nicht gegeben. GALILEI selbst ist dabei von Nikolaus ORESME, gestorben 1382, beeinflusst, der als erster auf den Gedanken kam, die Zeit als

eine gleichförmig fliessende Grösse zu betrachten, auf die man alle anderen Veränderungen beziehen und so in Kurven darstellen kann.) Die Idee der Variablen bedingt die Notwendigkeit einer genauen quantitativen Erfassung der Ereignisdaten. - In Ereignisgliedern, die Angaben über "Variable" enthalten, können einmal Behauptungen über d i e V e r l a u f s f o r m e i n e r b e s t i m m t e n V a r i a b l e n ausgesprochen werden. Solche Behauptungen über Verlaufsformen finden sich innerhalb der Psychologie etwa in "experimentellen Sätzen", die aus "theoretischen Sätzen" über "Zeitgestalten" o. ä. abgeleitet sind. - Weiter kann das K o v a r i i e r e n v o n z w e i V a r i a b l e n behauptet werden, wobei die Art der Kovariation als linear - wie bei unserem Intelligenzbeurteilungsbeispiel - oder auch auf verschiedene Weisen als nichtlinear bestimmt sein kann. - In den Behauptungen über Ereignisdaten kann aber auch das - wiederum lineare oder nichtlineare - K o v a r i i e r e n v o n m e h r e r e n V a r i a b l e n formuliert sein. (Die multivariable Planung von Experimenten ist gerade innerhalb der Psychologie häufiger zum Gegenstand von Erörterungen gemacht worden. ~~wir kommen später noch darauf zurück.~~) - Abschliessend nennen wir die Ereignisglieder, in denen die Beziehung, in welcher die einzelnen Variablen zueinander stehen sollen, d u r c h m a t h e m a t i s c h e G l e i c h u n g e n f e s t g e l e g t ist. "Experimentellen Sätzen" mit solchen "Ereignisgliedern" entsprechen etwa "theoretische Sätze", in denen physikalische "Naturgesetze" formuliert sind, von denen das schon öfter erwähnte Fallgesetz ein einfaches Beispiel darstellt. - Aus unseren Darlegungen über die verschiedenen Arten von Ereignisgliedern sollte auch hervorgehen, dass die Bezeichnung "experimentelles Ereignis" ein Oberbegriff für sehr verschiedenartige Tatbestände ist.

5) Allgemein wollen wir hier nochmals darauf hinweisen, dass die Behauptungen über Ereignisse innerhalb eines "experimentellen Satzes" durch die operationalen Bestimmungen der Handlungsglieder festgelegt sind. Es kann prinzipiell sinnvollerweise nur das Auftreten solcher "Ereignisse" behauptet werden, die innerhalb der auf Grund der "Handlungsglieder" zu schaffenden "experimentellen Realität" überhaupt möglich sind. So ist etwa die Behauptung über die Konstatierbarkeit bestimmter Meßwerte innerhalb des "Ereignisgliedes" eines "experimentellen Satzes" natürlich nur dann sinnvoll, wenn innerhalb des "Handlungsgliedes" ein entsprechendes Meßinstrument oder sonstiges Meßverfahren operational bestimmt worden ist.

Die Festgelegtheit von zu konstatierenden Ereignissen durch auszuführende Handlungen innerhalb eines "experimentellen Satzes" kann nun aber sehr verschiedenes Ausmaß haben. Die im Handlungsteil angesprochene Versuchsanordnung kann etwa durch bestimmte Meßinstrumente so eindeutig definiert sein, dass im Ereignisteil schlechterdings kein anderes Geschehen als konstatierbar zu formulieren ist als eben der Ausschlag des Zeigers auf der Skala des Meßinstrumentes. Andererseits kann aber - um das andere Extrem zu nennen - der Handlungsteil eines "experimentellen Satzes" auch nur eine Art von "Rahmen" abstecken, innerhalb dessen verschiedenartige Behauptungen über erwartete experimentelle Ereignisse möglich sind. Man könnte demnach von einem verschieden hohen "Definiertheitsgrad" der möglichen Ereignis-Aussagen durch die Handlungsaussagen sprechen.

Der Umstand, dass die erwarteten Ereignisse durch den Handlungsteil eines "experimentellen Satzes" nicht voll definiert sein müssen, ermöglicht nun das Verfahren, ein Experiment durchzuführen, ohne überhaupt schon eindeutig

festgelegte Behauptungen über erwartete Ereignisse zu formulieren. Man sieht hier erst einmal zu, was "herauskommt", man sammelt empirisches "Material" und macht sich erst dann Gedanken darüber, wie dieses Material theoretisch zu deuten sei. Dieses Verfahren mag mit dem gelegentlich benutzten Begriff "Erkundungsexperiment" belegt werden. - "Erkundungsexperimente" in diesem Sinne sind gelegentlich praktisch zweckmässig, nämlich dann, wenn über einen bestimmten Gegenstandsbereich noch keine präzisen und integrierten theoretischen Vorstellungen entwickelt wurden und man mithin kaum Gesichtspunkte für die Formulierung vorgängiger Ereignis-Behauptungen hat. Derartige Experimente unterscheiden sich aber natürlich prinzipiell nicht im geringsten von anderen Experimenten. Auch hier ist es nicht die wissenschaftlich unbeeinflusste "Realität selbst", welche aus den experimentellen Ergebnissen zu uns spricht, sondern eine nach vorher konzipierten Ideen veränderte "experimentelle Realität"; auch hier hängt es ganz und gar von den geplanten Handlungen ab, welche Ereignisse konstatierbar werden können, nur dass hier eine grössere Vielfalt von Ereigniskonstatierungen möglich ist. Ebensowenig ist es erlaubt, die Annahme, dass "Allgemeines" in der Realität selber steckt und nur aus ihr "herausgeholt" zu werden braucht, die sich allgemein als unrichtig erwiesen hat, nun in Hinsicht auf die Deutung des empirischen Materials von "Erkundungsexperimenten" hintenherum wieder zu Ansehen zu bringen. Der von manchen Forschern formulierte Eindruck, dass sie ihre theoretischen Ideen aus dem "empirischen Material" gewonnen haben, ist eine Täuschung, da ein solches Vorgehen logisch unmöglich ist. Tatsächlich handelt es sich hier um eine nachträgliche "Interpretation" der experimentellen Daten, und zwar um eine "probierende Interpretation" (vgl. S. [illegible]), in der verschiedene, meist gering integrierte, theoretische Vorstellungen an die experimentellen Befunde herangehalten werden, wobei dem "Material" ausschliesslich die früher ge-

kennzeichnete, wissenschaftsmethodisch nicht objektivierbare - wenn auch für den faktischen Forschungsfortschritt oft sehr wesentliche - "Anregungsfunktion" zukommen kann. Von der schliesslich ausgewählten theoretischen Konzeption aus wird der jeweilige "experimentelle Satz" dann so vervollständigt, dass präzise Behauptungen über "experimentelle Ereignisse" formuliert sind. Eine solche nachträgliche Präzisierung ist unerlässlich, einmal, weil sonst die "Grundbelastetheit" des übergeordneten "theoretischen Satzes" nicht bestimmbar ist und - dieses Moment ist entscheidend - zum anderen, weil sonst überhaupt keine Feststellungen darüber getroffen werden können, wieweit die gewonnenen Ereignisdaten nun als mit den Behauptungen des "experimentellen Satzes" übereinstimmend und wieweit sie als "abweichend" und exhaustionsbedürftig zu betrachten sind. - Aus diesen Darlegungen ist ersichtlich, dass d i e "E n d f o r m" d e r "e x p e r i m e n t e l l e n S ä t z e" b e i "E r k u n d u n g s e x p e r i m e n t e n" s i c h i n k e i n e r H i n s i c h t v o n a n d e r e n "e x p e r i m e n t e l l e n S ä t z e n" u n t e r s c h e i d e n d a r f : Die präzise Bestimmung der erwarteten Ereignisse, die sonst vor dem Experiment erfolgt, muss hier nach Abschluss der experimentellen Realisationshandlung nachgeholt werden. D i e B e a n t w o r t u n g d e r F r a g e , w i e w e i t d i e p r ä z i s e A u s f o r m u l i e r u n g d e r "E r e i g n i s - S e i t e" v o r o d e r n a c h d e r D u r c h f ü h r u n g d e s E x p e r i m e n t e s e r f o l g e n s o l l e , i s t a l s o - das sei noch einmal betont - a u s s c h l i e s s l i c h S a c h e d e r p r a k t i s c h e n Z w e c k m ä s s i g k e i t u n d h a t k e i n e r l e i g r u n d s ä t z l i c h e B e d e u t u n g .

Zum Beschluss unserer allgemeinen Ausführungen über "experimentelle Sätze" wollen wir einen Sachverhalt, der eben

schon erwähnt wurde, seiner grossen Wichtigkeit wegen noch einmal besonders herausheben: A n h a n d d e r B e h a u p t u n g e n ü b e r b e s t i m m t e E r e i g n i s s e i n n e r h a l b e i n e s " e x p e r i m e n t e l l e n S a t z e s " m u s s d e r " R e a l i s a t i o n s a n t e i l " u n d d e r " E x h a u s t i o n s a n t e i l " b e i d e r G e l t u n g s b e h a u p t u n g d e s " e x p e r i m e n t e l l e n S a t z e s " e i n d e u t i g z u u n t e r s c h e i d e n s e i n , e s m u s s e i n e k l a r e " I d e n t i f i z i e r u n g d e s G e m e i n t e n " (vgl. S. 240 ff.) g e l i n g e n k ö n n e n . Je weniger präzise die "experimentellen Sätze" in dieser Hinsicht sind, um so mehr verlieren sie an Berechtigung, weil durch die wachsende "Verschleierung des Belastetheitsgrades" immer weniger genaue Angaben über die Belastetheit und damit den "empirischen Wert" des übergeordneten "theoretischen Satzes" möglich sind.

6) Damit sind wir mit unseren vorbereitenden Überlegungen zu Ende und kommen nun zu dem Problem der Realisation nach eindeutigen Handlungsanweisungen, wobei wir die Eindeutigkeitsfrage im Zusammenhang mit verschiedenen Grundformen des Experimentierens besprechen.

Wir beginnen mit der denkbar einfachsten und voraussetzungsärmsten - und auch historisch am frühesten nachweisbaren - Form des Experimentierens, und zwar dem blossen Arangieren von "Gegenständen" des täglichen Lebens. Bei diesem " a r r a n g i e r e n d e n E x p e r i m e n t i e r e n " - wie wir uns ausdrücken wollen - besteht der herstellende Realisationsakt einzig in der besonderen Anordnung und Zusammenstellung von Sachverhalten, die sonst in ihrer jeweiligen Eigenart völlig unangetastet gelassen werden. Ebenso sind bei dieser simpelsten Grundform des Experimentes auch keinerlei theoretische Ideen über das Wesen des Experimentierens als impliziert zu denken ausser

den "theoretischen" Vorstellungen, die mit der Sprache des "täglichen Lebens" mitgegeben sind. - Die "Elemente", die beim experimentellen Arrangieren in das Experiment einbezogen werden können, lassen sich einteilen in "Naturdinge" (z. B. Steine, Wasser), "Organismen" (z. B. Pflanzen, Tiere) und - abgehoben von diesen "natürlichen Elementen" - "alltägliche Herstellungsprodukte" (z. B. Töpfe, Eisenstangen, aber auch einfache Wagen für den alltäglichen Gebrauch). Die Konstatierungen, die im Rahmen solcher einfachen Experimente möglich sind, beschränken sich auf Feststellungen wie "gleich-verschieden", "mehr-weniger", "schwerer-leichter", "hier-dort" usw. stets in der unanalysierten Alltagsbedeutung dieser Wortpaare.

Die Durchführung von "arrangierenden Experimenten", wie wir sie eben bestimmt haben, ist bereits von der griechischen Philosophie an überliefert. ARISTOTELES berichtet, dass ANAXAGORAS (500-428) mit Luft gefüllte Tierschläuche auf die Folter gespannt habe, um zu beweisen, dass die Luft ein "Etwas" ist, das eine Kraft entwickeln kann. - Der Arzt ALKMAION (6./5. Jahrhundert v. u. Z.) beobachtete, dass gefrorenes Wasser, wenn es geschmolzen wird, einen kleineren Raum einnimmt. - Der Arzt ERASISTRATOS (305-240) schliesst einen Vogel in ein Metallgefäss ein und wiegt ihn, nach dem der Vogel verhungert ist, mit den Exkrementen. Er findet dabei jedoch, dass Gewicht verlorengegangen sei. - Im CORPUS HYPPOCRATICUM, Schriften des ausgehenden 5. und beginnenden 4. Jahrhunderts, wird u. a. von einem Versuch berichtet, ein Gefäss über einer kleinen Gurke zu befestigen und die Gurke sich in das Gefäss hineinformen zu lassen. - Das Experimentieren scheint damals nicht in besonders hohem Ansehen gestanden zu haben. So haben PLATO und ARISTOTELES sich gelegentlich spöttisch über die Experimentatoren ausgelassen. (Vgl. dazu DINGLER 1952, S. 5f., aus dem die vorstehenden Informationen entnommen sind.)

Die Praxis des "arrangierenden Experimentirens" ist - allerdings abseits von der Entwicklung des eigentlich naturwissenschaftlichen Denkens - bis heute immer wieder ausgeübt worden. Auch die beiden referierten Versuche von THIENEMANN, das Kellersee-Experiment und das Phototaxis-Experiment, gehören sehr in die Nähe des alltagsnahen, bloss arrangierenden Experimentierens. Auch hier sind in Begriffen wie "Quelle", "See", "Schale mit Wasser", "Fenster" alltägliche Elemente

in das Experiment eingeführt. Lediglich die Bezeichnung "Planarien" hat eine präzisere, wissenschaftliche Bedeutung, die sich allerdings ebenso nicht allzuweit von den alltäglichen Vorstellungen über "Würmer" entfernt. Die innerhalb der THIENEMANNschen Experimente vorgesehenen empirischen Befunde haben gleichfalls den Charakter alltäglicher Konstatierungen über "fort" und "anwesend", "hier" und "dort". - In diesen Feststellungen über die Experimente THIENEMANNS darf nicht etwa eine Kritik an seiner Vorgehensweise gesehen werden, wir benutzten die THIENEMANNschen Versuche hier lediglich zur Illustrierung einer bestimmten Grundform des Experimentierens. Wie sich noch zeigen wird, ist in manchen Fällen das "experimentelle Arrangieren" eine voll vertretbare wissenschaftliche Methode.

Wenn wir nun der Frage nachgehen, von welchen Momenten beim bloss "arrangierenden" Experiment die Eindeutigkeit der Handlungsanweisungen im Dienste der Möglichkeit einer Reproduktion von experimentellen Effekten abhängig ist, so wird uns gleich einsichtig, dass eine Reproduzierbarkeit stets in dem Maße gewährleistet sein wird, wie die angesprochenen Alltagsgegenstände in den Bezügen des Erlebens und Handelns im "täglichen Leben" identifiziert und wiedererkannt, d. h. mit der alltäglichen Sprache eindeutig benannt und dem jeweils gleichgearteten Gebrauch zuhanden gemacht werden können. Eine solche Identifizierbarkeit kann in vielen Fällen als möglich angenommen werden. "Man weiss" etwa im "täglichen Leben", was ein Stein oder ein Gefäss mit Wasser, eine bestimmte Pflanze oder eine Holzleiste ist, und man wird diese Gegebenheiten u. U., wenn man die Anweisung dazu erhält, auf stets gleiche Weise als Elemente in experimentelle Arrangements einführen können. - In diesen Überlegungen offenbaren sich aber auch schon entscheidende Grenzen, die dem "arrangierenden Experimentieren" gesetzt sind und die es zu einer tragenden Funktion bei der Entwicklung der Naturwissenschaft untauglich gemacht haben. Wenn auch in bestimmten Bereichen des "täglichen Lebens" eine Reproduzierbarkeit bestimmter Arrangements faktisch gelingen wird, so können jedoch keine irgendwie gearteten Prinzipien beigebracht werden, nach denen eine solche Reproduzierbarkeit als notwendig begreifbar wäre. Durch die Alltagsspra-

che sind die realen Verhältnisse zwar soweit durchgeordnet und wiedererkenn- und verwendbar gemacht, dass ein Sich-Orientieren und planvolles Handeln im Dienste der Daseinsbewältigung möglich ist. Aber logische Grundsätze zur Rechtfertigung des Gelingen m ü s s e n s der Reproduktio sind in der Sprache des täglichen Lebens, die stets im Dienste der praktischen Zweckmässigkeit befangen bleibt und damit über mittlere Allgemeinheits- und Genauigkeitsgrade niemals hinausgelangt, natürlich nicht enthalten. Man steh also hier bei dem Bemühen um die Ausschaltung "unechter" Belastetheitsfaktoren und damit die Erreichung der Reproduzierbarkeit experimenteller Effekte auf wenig festem Grunde. - Eine andere ebenso wesentliche Grenze des "arrangierenden Experimentierens" offenbart sich in folgendem Umstand: Mit dem durch die Alltagssprache bereitgestellten begrifflichen Rüstzeug können von den früher von uns unterschiedenen Ereignisklassen (vgl. S. [illegible]) lediglich Behauptungen über bestimmte "qualitative Erscheinungen" und über einfache "quantitative Alternativen" sowie grobe Feststellungen über bestimmte Quantitäten hinreichend eindeutig formuliert werden. Jedes Aussprechen und Realisieren von "experimentellen Sätzen" mit Ereignisgliedern über p r ä z i s e festgelegte Quantitäten oder quantitative Variablen ist bei "arrangierendem Experimentieren" nicht möglich, und zwar einmal deswegen, weil die alltagssprachlichen Begriffe die Formulierung derartiger präziser quantitativer Zusammenhänge nicht gestatten. Darüber hinaus erscheint eine Realisation von "experimentellen Sätzen" über Variablen bei blossem Zusammenstellen von Alltagsgegenständen, die im übrigen unangetastet gelassen werden, von vornherein als völlig aussichtslos, sofern nicht besondere Denkmodelle zu Hilfe genommen werden (vgl. dazu S. 465).

Möglichkeiten zur Klärung der Frage, wieweit etwa auftretende "Abweichungen" zwischen den Bestimmungen des "experimentellen Satzes" und den nach der Realisationsbemühung vorliegenden realen Verhältnissen als "unechtes" Belastet-

heitsmoment angesehen werden dürfen - also die Formulierung von eindeutigen Handlungsanweisungen im zweiten Sinne (vgl. S. 93 f.) - sind im Rahmen von "arrangierenden Experimenten", wie wir sie bestimmt haben, nicht eingeplant. Man kann hier lediglich feststellen, dass das, was man behauptet hatte, in einem bestimmten Falle sich in den realen Verhältnissen nicht ganz oder nur in gewissem Maße oder auch überhaupt nicht wiederfindet. Es ist aber nicht möglich, irgendwelche Aussagen darüber zu machen, welche Belastetheitsart auf Grund der "Abweichungen" angenommen werden muss, und es sind damit in diesem Falle auch keinerlei Urteile über den "empirischen Wert" des "experimentellen Satzes" und damit des übergeordneten "theoretischen Satzes" abzugeben.

Wir können nunmehr die Möglichkeiten und Grenzen des bloss "arrangierenden Experimentierens" genau bestimmen. Zu "experimentellen Sätzen", die dieser Art von Experimenten zugehören, sind soweit hinreichend eindeutige Handlungsanweisungen zu formulieren, wie die angesprochenen "Elemente", die in das Experiment einbezogen werden sollen, durch die Alltagssprache festgelegt und identifizierbar sind. In den "Ereignisgliedern" der "experimentellen Sätze" von "arrangierenden Experimenten" können dabei sinnvoll nur Behauptungen über "qualitative Erscheinungen", "quantitative Alternativen" oder grobe Quantitäten aufgestellt werden, nicht aber Behauptungen über präzise Quantitäten oder "quantitative Variablen" irgendwelcher Art. - Die Befunde von "arrangierenden Experimenten" sind prinzipiell nur dann zureichend bewertbar, wenn die Realisation der "vorgeordneten Sätze" optimal gelingt. Die Planung von derartigen Experimenten ist also ausschliesslich in Fällen sinnvoll, in welchen ein optimaler Realisationserfolg erwartet werden kann. Wenn ein solcher Erfolg nicht eintritt, sind die Experimente als bedeutjngslos aus der wissenschaftlichen Diskussion auszuschliessen. - Bei einem Blick auf die biologischen Experimente von THIENEMANN erweist sich, dass hier alle Be-

dingungen für sinnvolles "arrangierendes Experimentieren" erfüllt sind, so dass diese Versuche - wenigstens im Prinzip - als wissenschaftlich voll vertretbar betrachtet werden dürfen.

Wir haben die Kennzeichnung des "arrangierenden Experimentierens" als der anspruchslosesten und voraussetzungsärmsten Grundform experimentellen Vorgehens an den Anfang unserer Eindeutigkeitsdiskussion gestellt, weil wir uns die Möglichkeit schaffen wollten, die verschiedenen "höheren", leistungsfähigeren Grundformen des Experiments durch Abhebung von der bloss arrangierenden Experimentierweise möglichst klar herauszuheben. Wir wenden uns nun einer dieser "höheren" Grundformen zu, und zwar der Form des Experimentierens, die mit der Entwicklung der mathematischen Naturwissenschaft untrennbar verbunden ist.

7) Gegenstand unserer folgenden Darlegungen ist das "messende" oder - wie wir lieber sagen wollen - "instrumentelle Experementieren"[1]. Bei dieser Grundform des Experiments werden durch die Realisationshandlung nicht nur "alltägliche" Gegenstände auf bestimmte Weise zusammengeordnet, im übrigen aber unangetastet gelassen wie beim "arrangierenden Experimentieren", die realen Gegebenheiten werden vielmehr zum Zwecke einer möglichst weitgehenden Realisation der übergeordneten "experimentellen Sätze" technisch-handwerklich bearbeitet. Die "Ele-

1) Wir benutzen die in diesem Zusammenhang gebräuchliche Bezeichnung "messend" nicht zur Kennzeichnung der hier gemeinten Vorgehensweise, weil neuerdings der Terminus "Messung" gelegentlich ohne Bezugnahme auf Meß i n s t r u m e n t e bestimmt wird, jedoch die Verwendung von solchen Instrumenten das entscheidende Charakteristikum der zur Frage stehenden Grundform des Experimentierens bildet.

mente", die auf diese Weise in das Experiment eingeführt werden, sind Meßinstrumente oder Teile von solchen Instrumenten. Beim "instrumentellen", messenden Experimentieren kann die Realisation von Behauptungen über präzise quantitative Variablen jeder Art sinnvoll angestrebt werden.

> Das Verfahren des "instrumentellen Experimentierens" war schon lange bekannt und gebräuchlich, ehe man Einsicht in das Wesen und die Voraussetzungen dieses Verfahrens gewann. Der erste, der eine umfassende und tiefgehende Analyse des physikalischen Experiments mit Hilfe von Meßapparaten lieferte, war Pierre DUHEM. Er zog die wissenschaftstheoretischen Konsequenzen aus der Tatsache, dass Meßinstrumente nicht in der Natur vorfindbare Gegebenheiten, sondern vom Menschen nach bestimmten Prinzipien hergestellt sind, indem er auf die Notwendigkeit verwies, bei der Deutung experimenteller Ergebnisse die der Herstellung der Meßapparate zugrunde liegenden Ideen mitzuberücksichtigen. "Es wäre in der Tat unmöglich, die Instrumente, die man in den physikalischen Laboratorien findet, anzuwenden, wenn man nicht die konkreten Objekte, die diese Instrumente darstellen, durch ein abstraktes und schematisches Bild ersetzte, das die mathematische Betrachtung ermöglicht, wenn man nicht diese Kombination von Abstraktionen den Deduktionen und Rechnungen unterlegen würde, die den Zusammenhang mit den Theorien herstellen" (DUHEM 1908, S. 201).
>
> Ausgehend von DUHEMS Erkenntnissen entwickelte DINGLER eine systematische und bis ins letzte durchdachte Lehre von den Meßinstrumenten. Wir stellen diese Lehre - in welcher der Grund zum Verständnis jeder Art von "instrumentellem Experimentieren" gelegt ist - in groben Zügen dar. Da DINGLERS Ausführungen über die Meßapparate in engem Zusammenhang mit seiner früher von uns geschilderten und kritisch betrachteten Konzeption von der "reinen Synthese" stehen (vgl. S. [illegible]ff.), können wir die dort entwickelten Gedankengänge in der folgenden Darstellung berücksichtigen.
>
> DINGLER, der sich wieder nur mit dem physikalischen Experimentieren beschäftigt, obgleich - wie sich zeigen wird - seine Feststellungen Gültigkeit für jede Art von "instrumentellem Experimentieren" haben, formuliert folgende "Kernfrage allen Experimentierens": "W i e v e r m a g i c h i m F l u s s d e s G e s c h e h e n s K o n s t a n z e n z u g e w i n n e n ..." (1928, S. 54). Ein Experiment hat, wie DINGLER meint, nur dann wissenschaftlichen Wert, wenn es zuverlässig reproduzierbar ist. "Dann müssen aber auch die einzelnen 'Bausteine', aus denen sich das Experiment zusammensetzt (Apparate und Apparaten-

teile) wiederholbar sein. ... es muss ein Verfahren geben, 'Gleichheiten von Eigenschaften' in der Realität festzustellen und auf diese Weise gleiche Umstände wiederherzustellen zu anderer Zeit und an anderem Ort, es muss also ein Verfahren geben, auf diese Weise 'K o n s t a n z e n' zu erreichen" (1928, S. 54). Das Problem, wie das Verfahren beschaffen sein muss, mit welchem man "k o n s t a n t e oder r e p r o d u z i e r b a r e B a u s t e i n e realer Art" gewinnen kann, steht im Mittelpunkt von DINGLERS Darlegungen über das physikalische Experimentieren.

Die gesuchten konstanten Baustine können nicht aus der Natur entnommen werden. "In der natürlichen Wirklichkeit gibt es nirgends eine garantierte Konstanz. Es gibt zwar genug praktische Konstanzen, aber es gibt keinerlei Sicherheit bezüglich der Genauigkeit, es gibt nicht einmal einen Maßstab für die Konstanz in der Natur" (1952, S. 12). Wenn eine Garantie für die durchgehende und präzise Reproduzierbarkeit der Konstanzen möglich sein soll, dann müssen die Konstanten n a c h e i n d e u t i g e n A n w e i s u n g e n von mir immer wieder herstellbar sein. Die Grundlage für die Gewinnung solcher Anweisungen soll die unmittelbare Erkenntnis von Gleichheiten und Verschiedenheiten als irreduzible fundamentale Leistungsmöglichkeit des Menschen bilden. Nach diesem Gesichtspunkt sind die e i n f a c h s t e n, d. h. hier die in bestimmter Hinsicht keinerlei Verschiedenheiten aufweisenden E l e m e n t a r f o r m e n zu schaffen; nur Anweisungen zur V e r m e i d u n g von Verschiedenheiten sind völlig eindeutig; jede Art von Mannigfaltigkeit birgt Vieldeutigkeiten in sich und ist deswegen bei der Schaffung der a l l e r e r s t e n Elemente des messenden Experimentierens zunächst einmal auszuschalten.

DINGLER kommt von diesen Prinzipien aus zur Ableitung der "ersten Gestaltschaffung", die allen anderen Elementarformen zugrunde liegt. "Wir denken uns in unserer Realität eine Gestalt derart, dass wir sie von zwei Seiten aus betrachten können, eine Gestalt der Art, die wir eine 'Fläche' nennen, und bestimmen sie näher dadurch, dass es unmöglich sein soll, sowohl im ganzen als an irgendeiner Stelle ihre beiden Seiten an sich selbst (abgesehen von der Umrandung) zu unterscheiden. Diese Gestalt ist damit völlig r e l a t i v g e g e n m i c h d e f i n i e r t. Wir nennen sie eine 'E b e n e', und diese Ebene ist in Beziehung auf mich festgelegt. Ich kann sie jederzeit wiedererkennen, nachprüfen, wiedererzeugen usw. Damit ist eine erste Möglichkeit gegeben, ein Wiedererkennbares, Wiederherstellbares sicher in der Realität zu besitzen"(1928, S. 57). Die Realisierung dieser Gestalt ist unabhängig von dem jeweilig gegebenen Material und den sonstigen Beschaffenheiten, die

zufällig in meiner momentanen Umgebung vorhanden sind. Ich habe Kriterien dafür, um in j e d e r Umgebung eine Gestalt dieser Art auszuwählen oder herzustellen. "Damit ist aber auch die e r k e n n t n i s t h e o r e t i s c h e N a t u r d i e s e r G e s t a l t 'E b e n e' b e r e i t s v ö l l i g g e k e n n z e i c h n e t. Sie ist nicht etwa ein in der Realität unabhängig von uns Gegebenes, sie ist auch nicht etwas, das man empirisch erforschen kann. Sie ist zunächst für sich betrachtet lediglich eine 'F o r d e r u n g' o d e r e i n 'V e r f a h r e n', u m e i n e v o r h e r i n d e r R e a l i t ä t n u r d e r M ö g l i c h k e i t n a c h v o r h a n d e n e F o r m i n d i e s e r z u b e s t i m m e n" (1928, S. 58). - Da die hier gegebene Definition lediglich die elementare Möglichkeit zum Erkennen von Gleichheiten und Verschiedenheiten voraussetzt, ist sie äusserst leicht zu realisieren. Durch die unmittelbare Gleichheits- und Verschiedenheitserkenntnis können nach der Definition schon im grob Sinnlichen "Ebenen" aufgesucht werden. Darüber hinaus ist aber hier die Möglichkeit gegeben, ein t e c h n i s c h e s Verfahren zur Realisierung der Bestimmungen einer "Ebene" anzugeben, ein Verfahren, das tatsächlich eine Grundoperation jeder praktischen feinmechanischen Arbeit darstellt. Gemeint ist das im 18. Jahrhundert entwickelte Verfahren, ebene Flächen zu gewinnen, indem man drei Richtplatten so abschleift, dass sie vollkommen aufeinanderpassen. Zu diesem "Dreiplatten-Verfahren" erläutert DINGLER: "... wenn beide Seiten der Ebene ununterscheidbar sein sollen, so genügt es, neben den Flächenseiten S_1 und S_2 noch eine Probefläche S_3 zu haben. Wenn diese dann auf beide Flächenseiten passt, so passen auch diese untereinander und die Fläche ist eine Ebene ... Es werden drei geebnete Stahlflächen solange aufeinander abgeschliffen, bis sie völlig aufeinanderpassen. Auf diese Weise wird auch verhindert, dass die erzeugte Fläche eine Kugelfläche wird" (1928, S. 59). Der schon erwähnte Umstand, dass die "Ebene" kein realer Tatbestand ist, sondern eine " I d e e ", die in der Realität mehr oder weniger vollkommen realisiert werden kann, erhellt schon aus der Tatsache, "... dass eine v o l l k o m m e n e Realisierung dieser Idee gar nicht möglich ist. Selbst wenn eine solche einmal real vorliegen sollte, wären wir gar nicht in der Lage, dies zu bemerken, weil dazu eine unendlich feine Beobachtungsgenauigkeit gehören würde, etwa ein unendlich feines Mikroskop" (1952, S. 10).

Nachdem wir die DINGLERsche Herleitung der ersten und grundlegenden "elementaren Formgestalt", der "Ebene", ausführlicher dargestellt haben, um DINGLERS Denkmethode zu verdeutlichen, können wir uns bei der Kennzeichnung der weiteren "elementaren Formgestalten" kurz fassen. - Die zweite "elementare Formgestalt"

ist die "Gerade". Aus der angegebenen Definition der "Ebene" folgt, dass zwei "ideale" Ebenen eine Schnittlinie besitzen, deren einzelne gedachte Punkte in keiner Hinsicht ihrer Lage nach irgendwelche "Verschiedenheiten" aufweisen. Diese gedachte Schnittlinie ist die Definition einer "Geraden". Wie die Definition der "Ebene" mit einer "Herstellungsanweisung" zusammenfällt, so ist auch die Definition der Geraden eine Anweisung zur möglichst vollkommenen Realisation der "Idee" einer "Geraden". - Auch praktisch-technisch wird, wie DINGLER meint, die "Gerade" "... durch den Schnitt zweier Ebenen erzeugt, indem an einem sthälernen Parallelepiped zwei aneinanderstossende Längsflächen zu Ebenen gemacht werden. Dann ist die Kante eine ~~Ebene~~ Gerade" (1928, S. 60).

Die dritte der von DINGLER definierten "elementaren Formgestalten" ist der "starre" oder "deformationsfreie Körper". Wir wollen die etwas kompliziertere DINGLERsche Bestimmung des "deformationsfreien Körpers" hier nicht wiedergeben und nur soviel sagen, dass dabei die Idee der "Parallelen" in die Betrachtung gezogen wird. "Man definiert etwa zu diesem Zweck, dass bei einem Parallelstreifen auf der Ebene, dessen beide Enden also ununterscheidbar sind, alle Abstände gleich lang sein sollen. Diese Definition bedeutet zugleich die Festlegung des sog. deformationsfreien Körpers (df. K.). In der Tat wird in den feinmechanischen Fabriken die Herstellung eines solchen stets nach diesen Kriterien vollzogen bzw. geprüft" (1952, S. 11). Der df. K. ist - auf hier nicht genau zu schildernde Weise - seiner Idee nach durch die "Ideen" der "Ebene" und der "Geraden" festgelegt.

Die drei - ja unabhängig von irgendwelchen mathematischen Überlegungen entwickelten - Definitionen der "elementaren Formgestalten" ermöglichen die Ableitung der euklidischen Geometrie. "In der Tat kann man aus diesen 3 Definitionen die bekannten Axiome der Geometrie gewinnen und damit natürlich die ganze Geometrie ableiten. ... Was dabei herauskommt, ist die sog. euklidische Geometrie ... Der logische Vorgang ist der, dass bei dieser Ableitung die in den Definitionen vorkommenden Begriffe schrittweise eliminiert werden durch Bildung der gewohnten geometrischen Begriffe. Schliesslich sind nur noch die bekannten Axiome in Benutzung, so dass sich die Geometrie ergibt" (1952, S. 11).

Aus diesen DINGLERschen Ausführungen geht hervor, dass die euklidische Geometrie eine Sonderstellung unter allen möglichen Geometrien besitzt. Sie allein enthält nämlich die Ideen zur Herstellung von Meßinstrumenten und "... wird in der Tat in der praktischen Feinmechanik benutzt ..., in den Werkstätten und Fabriken.

Das also ist die Geometrie der Wirklichkeit". Eine genaue Analys der Handlungen, welche zur Herstellung von genauen Apparaten führen, zeigt, dass diese „... Geometrie in allem 'enthalten ist oder darinsteckt'". DINGLER gibt demgemäss der euklidischen Geometrie, sofern sie auf Realität angewendet werden soll, den Namen einer "technischen Geometrie" (1952, S. 11). Damit ist natürlich nicht gesagt, dass andere, nichteuklidische Geometrien nicht berechtigt und sinnvoll sein könnten. Sie dienen jedoch lediglich der theoretischen Verknüpfung von Messungsergebnissen, bilden aber nicht die Grundlage für die pragmatisch vorgeordnete Operation der Herstellung der Meßapparate selbst. Bei der gelegentlich anzutreffenden "konventionalistischen" Gleicheinschätzung aller möglichen Geometrien wird dieser fundamentale Unterschied zwischen euklidischer Geometrie und den nichteuklidischen Geometrien übersehen.

DINGLER weist in ausführlichen Analysen auf, dass die euklidische Geometrie nicht auf empiristische Weise als "aus der Natur entnommen" betrachtet werden darf. Jeder Versuch, eine solche Ableitung der Geometrie aus der Realität vorzunehmen, führt zu einem unvermeidbaren Zirkel (vgl. das Kapitel "Der Zirkel" in 1928, S. 77ff.). Unter DINGLERS verschiedenartigen Argumentationen wählen wir nur diese aus: Die Geometrie kann niemals auf Grund von Messungsergebnissen entstanden sein, weil jede Art von Messung die euklidische Geometrie schon als konzipiert voraussetzt. "Es ist klar, dass man die Geometrie nur auf qualitativer Basis aufbauen kann, da es vor ihrem Aufbau keine Möglichkeiten zu einer Messung gibt. Dies aber leistet ausschliesslich die euklidische Geometrie" (1952, S. 11). Oder, allgemeiner gefasst: Die Geometrie kann nicht aus in der Natur "zufällig" vorfindbaren "Ebenen", "Geraden" usf. "idealisiert" worden sein, weil ja vorab erst einmal Definitionen als Auswahlgesichtspunkte vorhanden sein müssen. "... die Natur kann mir nicht die Mühe abnehmen ..., zu sagen, was ich unter dem Begriff ... verstehen will" (1928, S. 77). An der Natur "... kleben keine Zettel, auf denen steht: diese Form musst Du als Elementarform Deiner Geometrie wählen" (1932, S. 28). Ein weiterer Grund für das notwendige Scheitern einer empiristischen Ableitung der Geometrie ist der Umstand, dass die geometrischen Gebilde, selbst wenn ich sie ausgewählt habe, in der Natur ja immer nur annäherungsweise vorkommen, mir also niemals eine "vollkommene Idee" nach Art der geometrischen Ideen liefern können. Wir haben es "... in der Geometrie stets mit idealen Gebilden zu tun ..., deren körperliche Darstellung in der Wirklichkeit immer nur eine Annäherung an die Forderungen des Begriffes ist, und wir darüber, ob ein Körper fest, ob seine Flächen eben, seine Kanten gerade sind, erst mittels derselben Sätze entscheiden, deren tat-

sächliche Richtigkeit durch die Prüfung zu erweisen wäre", worin wiederum ein Zirkel zu erblicken ist (HELMHOLTZ, zitiert nach DINGLER, 1928, S. 78). All diese Schwierigkeiten sind nur zu vermeiden durch die von DINGLER dargelegte radikale Umkehrung der Betrachtensweise. "Alles kommt ins Lot, wenn die Geometrie eine Definition ist ..." (1955, S. 70). Die Geometrie ist ein nach gewissen Bestimmungsprinzipien aufgebautes ideales Gebilde, dessen Verhältnis zur Realität darin besteht, dass man die Ideen der Geometrie als absolut eindeutige Herstellungsanweisungen auffassen kann, nach welchen die Ideen realisiert werden können. Diese Realisation gelingt zwar nie vollkommen, ist aber mit immer wachsender Genauigkeit möglich. Der Fortschritt der "messenden" Physik ist u. a. "... ein unbegrenzter Fortschritt zur immer weiteren Verfeinerung der Gewinnung realer geometrischer Formen ..., der bewirkt, dass unsere realen geometrischen Formen immer genauer den Ideen entsprechen, deren Realisierungen sie sein sollen. Wir wollen diesen Prozess dauernder Annäherung an das Ideal den 'Konvergenzprozess' nennen. Da, wie wir sahen, die Idee, nach der wir geometrische Formen realisieren, die Idee der euklidischen Geometrie ist, so erkennen wir, dass diese in unseren Apparaten in immer steigender Genauigkeit realisiert wird" (DINGLER 1932, S. 27).

DINGLER vervollständigt seine Lehre vom "instrumentellen" messenden Experimentieren durch die Ableitung von "elementaren Wirkungsgestalten", die als vollkommen eindeutig definierte Konstanzen im "Reich des Veränderlichen" dienen sollen. Dabei baut er insofern auf seiner Lehre von den "elementaren Formgestalten" auf, dass er sich zum Ziel setzt, "... in der Welt des Veränderlichen solche Formen zu suchen, welche darin bestehen, dass Gestalten der gewonnenen festen Art ihre gegenseitige Lage verändern" (DINGLER 1928, S. 112). Er liefert - wieder unter alleiniger Voraussetzung der elementaren menschlichen Möglichkeit, Gleichheiten und Unterschiede zu erkennen - zuvörderst eine Definition der "Zeit" als erster elementarer Wirkungsgestalt, "... welche unter Anwendung der Nichtunterscheidbarkeit dadurch definiert wird, dass ständig sich wiederholende Vorgänge, welche keine bemerkbaren Unterschiede aufweisen, auch in 'gleichen Zeiten' verlaufen. Diese Definition bedient sich der geometrischen Formgestalten, da Konstanz der Umstände nur durch diese definiert ist" (1928, S. 147f.). Von da aus bestimmt DINGLER zunächst, wiederum mit Hilfe der bisher festgelegten Formen, die Bewegung auf der Geraden, und zwar die "gleichförmige Bewegung" - ("Eine Bewegung eines Punktes, welche in gleichen Zeiten gleiche Strecken in gleicher Richtung auf der glei-

chen Geraden zurücklegt, und welche in gleichen Zeitteilen keinerlei Unterschied bemerken lässt, heisst eine g l e i c h f ö r m i g e B e w e g u n g") - und die g l e i c h f ö r m i g b e s c h l e u n i g t e B e w e g u n g, d. h. eine Bewegung, "bei der die Geschwindigkeit nicht konstant ist, sondern in gleichen Zeitabschnitten um gleichviel zunimmt" (1928, S. 112f.) Jetzt sind die Voraussetzungen geschaffen, um zwei weitere "elementare Wirkungsgestalten" abzuleiten. Er geht dabei aus von der möglichen Wirkung von zwei idealen, als minimal und homogen gedachten Kugeln aufeinander; es sollen nach absolut eindeutigen Anweisungen die mit Notwendigkeit reproduzierbaren "Bausteine" für die gegenseitige Beeinflussung dieser Kugeln definiert werden. "Eine Wirkung von einer Kugel auf eine andere kann nun von verschiedener Art sein: Diese Wirkung kann a) bei Berührung, b) aus der Ferne erfolgen. Die erste heisse N a h w i r k u n g oder Berührwirkung, die andere F e r n w i r k u n g. Wir wissen ja, dass diese nichts irgendwie Geheimnisvolles bedeutet, sondern dass es sich nur darum handelt, auch im Reich des Veränderlichen Gestalten zu definieren, die eindeutig und wiedererkennbar sind" (1928, S. 115). Durch bestimmte genauere Festlegungen kommt DINGLER nun zur Definition der "einfachsten" Nahwirkung als S t o s s und der "einfachsten" Fernwirkung als " G r a v i t a t i o n ", womit die angekündigten zwei weiteren "elementaren Wirkungsgestalten" gefunden wären. - Wie die "elementaren Formgestalten" zur euklidischen Geometrie führten, so führen die "elementaren Wirkungsgestalten" zum NEWTONschen Gravitationsgesetz und den Stossgesetzen der klassischen Mechanik. Es kann somit hier der "technischen Geometrie" eine " t e c h n i s c h e M e c h a n i k " an die Seite gestellt werden. DINGLER weist auf, dass die "technische Mechanik" im Reiche des Veränderlichen die gleiche Funktion erfüllt wie die "technische Geometrie" im Reiche des Beharrenden. Es wird "... auf diese Weise in alle möglichen physikalischen Erscheinungen eine Messbarkeit hineingetragen ..., die vorher noch nicht vorhanden war. Es werden diese verschiedenen Erscheinungen auf diese Weise an unsere exakten Messungen angeschlossen und sozusagen geeicht" (1952, S. 17). Diese exakte Messung geschieht, indem den realen Vorgängen sozusagen die I d e e e i n e s u n g e s t ö r t e n m e c h a n i s c h e n V o r g a n g s zugrunde gelegt wird und der Abweichungsbetrag von diesem idealen Vorgang dann als Messungsergebnis erscheint. - Über den allgemeinen Charakter der "technischen Mechanik" wäre dasselbe zu sagen, was schon über die "technische Geometrie" gesagt worden ist. Wir fassen deshalb nur noch einmal zusammen: "... die technische Geometrie und die technische Mechanik ... sind keine empirischen Naturwissenschaften, sondern auf ideellen Definitionen fussende

> Realisierungen". Die Realisierungsprodukte der "technischen Geometrie und Mechanik" sind innerhalb der experimentellen Physik zunächst nur die M e ß i n s t r u m e n t e . "Wollen wir Aussagen über die R e s u l t a t e von Messungen machen, ohne die Apparate zu berücksichtigen, so kann man natürlich auch nichteuklidische und nichtnewtonsche Formeln verwenden" (1952, S. 18).

Wir wollen die Weise, in welcher nach DINGLERS Auffassung die verschiedenen Arten von Meßinstrumenten mit Hilfe der Elementarformen aufgebaut werden, nicht näher kennzeichnen. Ebensowenig verfolgen wir hier das Problem, ob tatsächlich j e d e Art von Meßinstrument sich eindeutig auf die von DINGLER eingeführten Elementarformen zurückführen lässt, ob also die fünf DINGLERschen Elementarformen eine vollständige Disjunktion darstellen oder ob man seine Konzeption noch erweitern müsste. Uns genügt es, dass DINGLER - trotz aller Einwände, die man gegen einzelne seiner Positionen erheben kann - prinzipiell einen Weg aufgewiesen hat, um die notwendige Reproduzierbarkeit und damit Konstanz der Meßeinrichtungen des "instrumentellen Experimentierens" verständlich zu machen. Die von DINGLER definierten "Elementarformen" sind ihrem Wesen nach absolut eindeutige Herstellungsanweisungen, nach welchen die Meßinstrumente zu beliebigen Zeiten und an beliebigen Orten mit jeder technisch erreichbaren Genauigkeit geschaffen werden können. Damit ist die Gewähr gegeben, dass bei Gleichheit der zu messenden, "ausserinstrumentellen" Tatbestände zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten t a t s ä c h l i c h a u c h p r a k t i s c h d i e g l e i c h e n M e ß w e r t e r e g i s t r i e r b a r s i n d . Durch die Meßinstrumente werden in die Realität sozusagen streng vergleichbare "Maßst$be" hineingebaut, durch welche präzise quantitative Feststellungen über "Variablen" jeder Art möglich sind. In den Meßinstrumenten liegt auch die Garantie dafür, dass das in mathematisch oder auch bloss quantitativ formulierten Ereignisgliedern von "experimentellen Sätzen" Gemeinte eindeutig identifizierbar wird, also der "Realisationsanteil" und der "Exhau-

stionsanteil" bei der Geltungsbehauptung des "experimentellen Satzes" klar unterschieden werden können. - Ein besonderer praktischer Vorteil, der das kontrollierte Experimentieren mit Hilfe von Meßapparaten sehr erleichtert, ist die relative P e r m a n e n z der Meßinstrumente. Diese Instrumente müssen nicht für jede Versuchsanordnung neu geschaffen werden, sie vergehen nicht mit dem Vergehen der Versuchsanordnung selbst, sondern bestehen, wenn sie einmal geschaffen wurden, unabhängig von dem Experiment, in welchem sie gerade gebraucht werden, fort. Die Meßinstrumente gehören quasi zur künstlich errichteten "Welt" des experimentierenden Wissenschaftlers, die Apparate sind ihm in dieser "Welt" jederzeit "zuhanden, der Forscher kann sie, nach Überprüfung ihrer "Genauigkeit", als garantierte Konstanzen in seine Versuchsanordnung einbauen. Die "Permanenz" der Meßeinrichtungen stellt eine unabschätzbare Erleichterung der Schaffung von reproduzierbaren experimentellen Effekten, etwa bei physikalischem Experimentieren, dar im Vergleich zu solchen, z. B. biologischen oder psychologischen, Experimenten, in welchen jede Art von "Konstanz" in einer bestimmten Versuchsanordnung immer wieder neu hergestellt werden muss und mit der Versuchsanordnung vergeht; es ist hier nicht die Möglichkeit vorhanden, sich aus einer "Welt" von - nach eindeutigen Anweisungen hergestellten - experimentellen Requisiten einfach zu "bedienen". Wir kommen bald auf das damit berührte Problem zurück.

8) In den DINGLERschen Elementarformen haben wir, unserer Zielsetzung gemäss, absolut eindeutige, den "Handlungsgliedern" von "experimentellen Sätzen" zugeordnete Handlungsanweisungen aufgewiesen. Die hier ermöglichte Reduzierung der "unechten" Belastetheitsmomente bezieht sich ja aber ausschliesslich auf die M e ß i n s t r u m e n t e . Die Meßinstrumente gehören unserer Konzeption nach zu den " F o r s c h u n g s m i t t e l n " (vgl. S. 2[illegible]), die als reale Gegebenheiten selbst dem Realisationsakt zu unterwerfen sind. Nach den von DINGLER herausgearbeiteten

Gesichtspunkten können Mängel der Meßinstrumente als "Forschungsmittel" erkannt und - im Konvergenzprozess - laufend reduziert werden, wobei die steigende "Genauigkeit" der Realisationshandlungen einer steten Verminderung der "M i n i m a l b e l a s t e t h e i t", die auf die "u n v e r m e i d b a r e n U n z u l ä n g l i c h k e i t e n" (vgl. S. 203 f.) zurückgeht, entspricht; ebenso werden bei der Realisation der Elementarformen "Einflüsse aus dem Unkontrollierten" aus den Meßinstrumenten zurückgedrängt, da ja Herstellung nach eindeutigen Anweisungen gleichzeitig auch Kontrolle des Hergestellten bedeutet; bei dem, was ich selber "gemacht" habe, weiss ich quasi, "was darin steckt". Die Ausschaltung des "Unkontrollierten" kann natürlich auch hier niemals absolut und endgültig gelingen, da "Kontrolliertes" ja immer auf irgendeine Weise an "Unkontrolliertes" angrenzt. Ich verfüge aber durch die "Elementarformen" als "Idealvorstellungen", an denen die konkreten Ergebnisse von Realisationsversuchen zu messen sind, in jedem Falle über die Mittel, um etwaige "Einbrüche" aus dem "Unkontrollierten" als solche zu erkennen und zu eliminieren. - Die Reduzierung von Realisationsmängeln und Unkontrolliertheiten bedeutet hier aber, da sie sich ja nur auf die Meßinstrumente bezieht, zwar eine eindeutige Reproduzierbarkeit und damit Konstanz der M a ß s t ä b e, an denen reale Verhältnisse gemessen werden, der D i m e n s i o n e n, an denen entlang quantitative Urteile über durch diese Dimensionen seligierte und festgelegte Realität gefällt werden können, n i c h t a b e r a u c h s c h o n K o n s t a n z u n d R e p r o d u z i e r b a r k e i t d e r M e s s u n g s e r g e b n i s s e s e l b s t. Wenn wir also eine optimale Realisation von "experimentellen Sätzen" bei "instrumentellem Experimentieren" erreichen wollen, so benötigen wir ausser den eindeutigen Handlungsanweisungen zur Herstellung von Meßinstrumenten als "Realisationsmitteln" auch e i n d e u t i g e H a n d l u n g s a n w e i s u n g e n z u r G e w i n n u n g v o n k o n s t a n -

t e n u n d r e p r o d u z i e r b a r e n M e s s u n g s e r g e b n i s s e n . Folgen wir zur Klärung des damit aufgeworfenen Problems zunächst noch ein Stück den Gedankengängen DINGLERS.

DINGLER unterscheidet zwischen den theoretischen Prinzipien der "technischen Geometrie" und "Mechanik", die in den Meßa p p a r a t e n mit immer steigender Genauigkeit realisiert werden, und "empirischen Gesetzen" über die E r g e b n i s s e der apparativen Messungen, also dem, was wir mit "experimentellen Sätzen" bezeichnen. Er sagt über die realen Gegebenheiten, die nach der Realisationsbemühung mit den "empirischen Gesetzen" in Übereinstimmung stehen: Auch die in "empirischen Gesetzen" zu erfassenden realen Verhältnisse "... tragen ... den Stempel unserer Einwirkung unveräusserlich an sich. Sind sie doch erst durch die von uns geschaffenen Grundformen unserer Apparate aus der fl(e)issenden Natur herausisoliert und herausgeschnitten worden ... Unsere von uns geschaffenen Apparate gestatten uns vielfach neue Teile so aus der fliessenden Natur herauszuschneiden, dass diese neuen Teile ebenso konstant reproduzierbar sind wie die Apparate selbst" (1932, S. 34). "So sind unsere Formen, nach denen wir unsere Apparate bauen, und die stets wachsende Zahl der mit ihnen aufgebauten Apparate selbst sozusagen die konstanten und festen M e s s e r und Skalpelle, mit denen wir aus der unbegrenzten und unendlich vielgestaltigen fliessenden Wirklichkeit uns feste, reproduzierbare, und daher für unser wissenschaftliches Vorausplanen und Vorausdenken verwendbare Stücke aus dem Fluss des Seienden h e r a u s s c h n e i d e n " (, S.).

Welche Arten von Herstellungsanweisungen sind es nun, durch welche eine garantierte Konstanz und Reprodmzierbarkeit der Messungsergebnisse erreichbar sein soll? Bei Kenntnis der DINGLERschen Konzeption lässt sich ohne weiteres deduzieren, dass es wiederum nur die Elementarformen sein können, die nach DINGLER die Grundlage für die Formulierung

solcher Herstellungsanweisungen darstellen, da es nach DINGLERS Ansicht andere absolut eindeutig realisierbare "Ideen" nicht gibt. Tatsächlich ist der Gedanke, dass die "Idealwissenschaften", u. a. die euklidische Geometrie und die klassische Mechanik, kontinuierlich in die "gegenständliche" Realität der Naturwissenschaften einzutragen sind, das Fundament der DINGLERschen Lehre von der "reinen Synthese". "Und nicht nur die Meßinstrumente wurden durch die Idealformen der Idealwissenschaften geformt, auch das Gemessene selbst unterliegt diesem Verfahren. In der Tat werden wir nur dort Wiederholbarkeit, kurz 'Gesetz' haben, wo es gelingt, das Gemessene mit immer grösserer Genauigkeit zu reproduzieren. Da aber die Begriffe der 'Idealwissenschaften' die einzigen sind, denen volle Eindeutigkeit anhaftet, so werden nur solche Arrangements eindeutig reproduzierbar sein, die in möglichstem Umfange aus Elementen aufgebaut sind, die nach Begriffen der Idealwissenschaften geformt sind" (1952, S. 21).

Die Lehre von der "reinen Synthese" - diese Bezeichnung wurde übrigens in späteren Jahren von DINGLER aufgegeben, wenn auch die entsprechende Konzeption in ihren Grundzügen erhalten blieb - hat DINGLER, besonders von der Position der modernen "nichtklassischen" naturwissenschaftlichen Ansätze aus, heftige Kritik eingetragen, wobei man nicht nur die tatsächlichen Schwächen dieser Lehre aufwies, sondern auch die fundamentalen Einsichten DINGLERS verkannte. - Auch wir mussten uns - aus Gründen, die wir früher ausführlich dargelegt haben (vgl. S. 196 ff.) - von der "reinen Synthese" distanzieren und bauten statt dessen unsere auf dem Faktum der "Widerständigkeit des Realen" und dem Belastetheitsbegriff fussende Konzeption auf. - Immerhin lassen sich aber Fälle aufweisen, in denen tatsächlich eine vollständige Bestimmtheit von Experimenten in ihren apparativen und gegenständlichen Teilen durch die DINGLERschen Elementarformen gegeben ist, so dass eine absolut eindeutige Reproduzierbarkeit und damit unumschränkte Gültigkeit

der experimentellen Ergebnisse vorliegt[1]. Ein solcher Fall ist - neben vielen anderen - z. B. das von uns schon mehrfach als Beispiel herangezogene Experiment über den freien Fall (vgl. dazu DINGLER 1928, S. 125f.). Jeder Versuch einer Wiederholung dieses Experimentes unterliegt den eindeutigen Herstellungsanweisungen der "Elementarformen", und jedes faktische wie überhaupt nur jedes denkbare experimentelle Realisationsergebnis hat seinen präzise angebbaren Platz auf dem Kontinuum von geringerer zu grösserer Angenähertheit an die "idealwissenschaftlichen" Verhältnisse. Wegen der vollständigen "idealwissenschaftlichen" Bestimmtheit des Fall-Experimentes, wie ~~z. B.~~ aller anderen Experimente der klassischen Mechanik, erübrigt sich, nachdem das Wesen derartiger Experimente einmal durchschaut worden ist, denn auch jede Wiederholung dieser Versuche zu Forschungszwecken. In der Tat würde wohl heute kaum jemand auf den Gedanken kommen, ein Fall-Experiment nicht nur zu Lehr- oder Demonstrationszwecken anzustellen, sondern um herauszufinden, ob die Sache "immer noch stimmt". Ebenso würde man jedem, der behauptet, er hätte bei seinem Experiment die Bestimmungen des Fall-Gesetzes nicht bestätigt gefunden, nicht die geringste Beachtung schenken. Man wüsste ja im voraus, dass er bei der Durchführung seines Versuchs irgendetwas falsch gemacht haben m u s s oder dass sonst irgendwelche uneigentlichen Störfaktoren sein m ü s s e n , so dass man die von ihm konstatierten Abweichungen bedenkenlos als "unechte" Belastetheitsmomente exhaurieren kann - wie wir uns ausdrücken würden. - Solche - idealwissenschaftlichen - im Prinzip nach Maßgabe der jeweiligen technischen Möglichkeiten optimal reproduzierbaren Experimente, dessen "experimentelle Sätze" mit Notwendigkeit keinerlei "echte" Belastetheit aufweisen, weil man jede "Abweichung" als Verfälschung des absolut eindeutigen "Idealbildes" ansehen darf, sind d i e d e n k b a r v o l l k o m m e n s t e , " s t r e n g s t e " A r t v o n E x p e r i m e n t e n ü b e r h a u p t. Derartige " i d e a l e E x p e r i m e n t e " lie-

1) "Echte" Belastetheit könnte hier nur auftreten, falls irgendein nachweisbarer Fehler bei der Herleitung der "experimentellen Sätze" aus den Elementarformen gemacht worden ist.

fern den Maßstab dafür, was beim Experimentieren günstigstenfalls erreichbar ist, sie haben alle die geschilderten Vorteile, die den Meßinstrumenten selbst zukommen. Die Möglichkeit solcher Experimente ist natürlich bei jeder wissenschaftstheoretischen Konzeption über das Wesen des Experimentierens zu berücksichtigen.

Wir wollen bei unserer Konzeption des "idealen Experimentes" den DINGLERschen Ansatz in einer bestimmten Hinsicht etwas erweitern. DINGLERS Auffassung nach sind experimentelle Effekte nur dann mit Sicherheit reproduzierbar, wenn die Isolation der realen Umstände, die die Meßapparate beeinflussen, gemäss den Herstellungsanweisungen der von ihm definierten "Elementarformen" erfolgt. Wir formulieren statt dessen allgemeiner und vorsichtiger, dass eine Reproduzierbarkeit der experimentellen Effekte - unter Voraussetzung der angemessenen "idealwissenschaftlichen" Vollkommenheit der Meßinstrumente - stets um so weitgehender gelingt, je " s t r e n g e r " die Realisation möglich ist, je " r e i n e r " demnach die den Meßergebnissen zugrunde liegenden realen Verhältnisse zu gestalten sind, d. h. in um so höherem Maße nach eindeutigen Handlungsanweisungen "Einflüsse aus dem Unkontrollierten" zurückgedrängt werden können. Zwar entsteht hier das Problem, welche M a ß s t ä b e man denn ausser den "idealwissenschaftlichen" für die Beurteilung der "Reinheit" von realen Umständen errichten soll. Wir wollten jedoch - angesichts der Tatsache, dass selbst in der Physik der DINGLERschen "Synthese" deutliche Grenzen gesetzt sind - die Möglichkeit offenlassen, dass es noch andere als die von DINGLER angeführten Kriterien zur Beurteilung und Herstellung der "Reinheit" von realen Umständen, die Meßergebnissen zugrunde liegen, geben könne, wobei diese Kriterien dann ebenfalls den "Idealwissenschaften" zugerechnet werden müssten. - Die damit berührte Problematik soll indessen hier nicht weiter verfolgt werden.

9) Dem Experimentieren ausschliesslich mit idealwissenschaftlichen Elementen sind - dieser Umstand wurde natürlich auch von DINGLER gesehen - deutliche Grenzen gesetzt. Das "Herausschneiden" eines Vorganges aus dem Fluss der Naturgeschehnisse mit Hilfe der Meßapparate muss nicht bis zur vollständigen "idealwissenschaftlichen" Bestimmtheit dieses Vorganges führen. In diesem Falle geht ein "natürlicher Faktor" in das Experiment mit ein. Diesen "natürlichen Faktor" "... engen wir ... zwar durch I. W.-Begriffe[1] so ein, dass er einen möglichst eindeutigen Ablauf innerhalb des Arrangements zeigt. Aber w i r b e s i t z e n n o c h k e i n e I d e e v o n i h m, die wir garantiert von Störungen frei halten könnten ... Wenn wir keine Idee haben, wie der Vorgang beschaffen sein soll, dann können wir diese Idee auch nicht realisieren. Bei einem natürlichen Faktor ... sind wir also nicht in der Lage zu wissen, was als störende Umstände in Betracht kommen könnte. Erst wenn ..." der natürliche Faktor "... als eine I d e e d e r I . W . definiert oder definierbar ist, wird dies möglich" (1955, S. 96).

DINGLERS Auffassung nach sind die "natürlichen Faktoren" mit ihrer Unbestimmbarkeit durch "idealwissenschaftliche Begriffe innerhalb der experimentellen Naturwissenschaft nur Übergangserscheinungen, die mit dem weiteren Fortschritt der Wissenschaft kontinuierlich eliminiert und durch eindeutig "idealwissenschaftlich" definierbare Vorgänge ersetzt werden können. Dieser DINGLERschen Auffassung können wir nicht beipflichten - die Gründe dafür haben wir früher ausführlich dargelegt (vgl. S. [illegible]). Wir sehen uns vielmehr vor der unausweichlichen Tatsache, d a s s i n w e i t e n B e r e i c h e n d e r e x p e r i m e n t e l l e n F o r s c h u n g " E l e m e n t e ", d i e n i c h t n a c h d e n I d e e n d e r E l e m e n t a r f o r m e n t e c h n i s c h -

---

1) D. h.: "idealwissenschaftliche Begriffe".

handwerklich zu bearbeiten sind, notwendig in Kauf genommen werden müssen; hier besteht grundsätzlich nicht die Möglichkeit, die "natürlichen" Elemente jemals durch "idealwissenschaftliche" Elemente zu ersetzen.

Der Anteil der "natürlichen Elemente" innerhalb eines Experimentes kann dabei sehr verschieden gross sein. Ein durch ein Meßinstrument zu messender Vorgang mag z. B. einem Organismus zugehören, es handle sich etwa um die Ableitung von Aktionsströmen im Elektrokardiographen oder um Reaktionszeitmessungen in einem psychologischen Experiment. Weder die Aktionsströme des Herzens noch das reagierende Individuum sind hier "idealwissenschaftlich" zu bearbeiten, da die Organismen eine unauflösbare Funktionseinheit bilden. Jeder Eingriff in eine solche Funktionseinheit würde - selbst wo er möglich und verantwortbare wäre - einen "Entzug" des jeweilig gemeinten Gegenstandes bedeuten (vgl. S. 94 f.). Die intakte organismische Funktionseinheit ist hier identisch mit dem im "theoretischen Satz" angesprochenen Gegenstand. Die Anweisung zur Auflösung dieser Funktionseinheit innerhalb des zugeordneten "experimentellen Satzes" müsste von vornherein zu einer derartigen "Grundbelastetheit" des "theoretischen Satzes" führen, dass er empirisch völlig wertlos wäre. Wir hätten unsere Beispiele jedoch hier keineswegs aus dem "biologischen" Bereich (im weitesten Sinne) entnehmen müssen. Auch innerhalb der experimentellen Physik gibt es Vorgänge, die zwar in Meßinstrumenten nachzuweisen, aber selbst nicht "idealwissenschaftlich" bestimmbar sind; man denke etwa an bestimmte theoretische Ansätze innerhalb der Thermodynamik, wie sie von MAXWELL und BOLTZMANN entwickelt worden sind (statistische Formulierung des "zweiten thermodynamischen Hauptsatzes"), oder an ~~die~~ in der Konzeption der Quantenmechanik angesprochene atomare Vorgänge, in die nicht vollständig determinierend eingegriffen werden kann, sondern deren faktischer

Verlauf bis zu einem gewissen Grade einfach hingenommen werden muss und nur "nachträglich" statistisch zu erfassen ist. - Neben den eben genannten Experimenten, in denen "idealwissenschaftlich" definierte Meßeinrichtungen bestehen und nur der zu messende Vorgang sich der Bearbeitung gemäss den "Elementarformen" entzieht, gibt es nun aber, um gleich ein Extrem zu nennen, auch Experimente, i n d e n e n n o t w e n d i g e r w e i s e k e i n e i n z i g e s "i d e a l w i s s e n s c h a f t l i c h e s" R e a l i s a t i o n s p r o d u k t e n t h a l t e n i s t. Wie wir feststellten, ist jedes mögliche "experimentelle Ereignis" durch die Bestimmungen des "Handlungsgliedes" eines "experimentellen Satzes" festgelegt. "Handlungsglieder", in denen Meßinstrumente angesprochen werden, legen die möglichen "experimentellen Ereignisse" nun in besonders hohem Grade fest, nämlich auf die Dimension, an der in einem jeweilig bestimmten Meßinstrument die Maßzahlen aufgetragen sind. Mit solchen Instrumenten ist eben grundsätzlich nichts anderes meßbar als eben Entfernungen, Geschwindigkeiten, "Stromstärken" usf. gemäss den jeweiligen Dimensionen. Diese verschiedenen Dimensionen sind nicht etwa durch den Bau neuer Meßinstrumente beliebig vermehrbar, sondern in ihrer Eigenart durch den geometrisch-mechanischen Charakter der Instrumente beschränkt. Wir wollen dem Charakter dieser Beschränkung hier nicht weiter nachgehen, uns genügt es, dass sich "Ereignisglieder" von "experimentellen Sätzen" formulieren lassen, die "instrumentellen" "Handlungsgliedern" eindeutig n i c h t zuzuordnen sind. So sind etwa Behauptungen über "Intelligenz"-Beurteilungen von Porträt-Photographien und "Leistungen" bei der Bearbeitung von bestimmten Aufgabengruppen, wie wir sie in unserem psychologischen Beispiel-Experiment geschildert haben, eindeutig nicht auf nach "idealwissenschaftlichen" Ideen hergestellten Meßinstrumenten irgendwelcher Art abbildbar, ebensowenig wie Behauptungen über das Verhalten der Planarien in THIENEMANNS Experimenten u. v. a. m. Die hier gemeinten Dimensionen gehören zweifelsohne nicht

zu den prinzipiell auf Grund der geometrisch-mechanischen "Elementarformen" in Meßinstrumenten herstellbaren Dimensionen. - Wir halten also nochmals fest: Wissenschaftliches Experimentieren m u s s in bestimmten Gegenstandsbereichen völlig ohne "idealwissenschaftliche" instrumentelle Realisationsmittel und mithin ausschliesslich unter Einbeziehung "natürlicher" Elemente geschehen.

Wir haben uns also davon überzeugt, dass man in weiten Bereichen des experimentellen Forschens in mehr oder weniger hohem Grade auf die Schaffung "idealwissenschaftlicher" Elemente verzichten und statt dessen "natürliche Elemente" in Kauf nehmen muss. Z u r K l ä r u n g d e r F r a g e , w i e s i c h " e x p e r i m e n t e l l e S ä t z e " , s o w e i t s i e n i c h t " i d e a l w i s s e n s c h a f t l i c h e r " R e a l i s a t i o n z u g ä n g l i c h s i n d , n a c h e i n d e u t i g e n H a n d l u n g s a n w e i s u n g e n r e a l i s i e r e n l a s s e n , l i e f e r t d i e b i s h i e r h e r e n t w i c k e l t e K o n z e p t i o n d e s " i n s t r u m e n t e l l e n E x p e r i m e n t i e r e n s " n i c h t d e n g e r i n g s t e n B e i t r a g . Wir sind in diesem Punkt nicht einen Schritt weiter als bei unseren Darlegungen über das bloss "arrangierende Experimentieren" und sind also gezwungen, für das Experimentieren mit "natürlichen Elementen" e i n e a n d e r s g e a r t e t e K o n z e p t i o n ü b e r e x p e r i m e n t e l l e s P l a n e n n a c h e i n d e u t i g e n H a n d l u n g s a n w e i s u n g e n b e r e i t z u s t e l l e n , womit wir an die Konzeption einer d r i t t e n G r u n d f o r m des experimentellen Handelns herangehen.

10) Wie sich im Laufe unserer Diskussion des "instrumentellen Experimentierens" herausstellte, lässt sich das Ziel der Entwicklung eindeutiger Handlungsanweisungen in zwei

Teilziele untergliedern, nämlich einmal das Ziel der Erstellung konstanter und reproduzierbarer M a ß s t ä b e zur Einschätzung des Realisationserfolges und der "Abweichungen" und zum anderen das Ziel der Konstanz und Reproduzierbarkeit der E r g e b n i s s e des Experimentierens oder - zum mindesten - der eindeutigen Beurteilbarkeit dieser Ergebnisse in Hinsicht auf die Belastetheitsart. Wir wenden uns bei unserem Versuch, eine Konzeption über eindeutiges Planen bei nichtinstrumentellem Experimentieren zu entwickeln, zunächst dem Problem der konstanten und reproduzierbaren M a ß s t ä b e zu.

Zunächst stellen wir fest, dass zur klaren "Identifizierung des Gemeinten", d. h. einer Bestimmbarkeit des Realisationserfolges und der aufgetretenen Abweichungen, in einem j e b e s o n d e r e n F a l l eine irgendwie geartete q u a n t i t a t i v e Formulierung der "Ereignisglieder" eines "experimentellen Satzes" möglich sein muss; der Begriff der "Abweichung" beinhaltet nämlich notwendig einen Unterschied zwischen quantitativ bestimmten Werten (vgl. S. [illegible]). Wenn wir uns die verschiedenen Arten von "Ereignisgliedern", die wir aufgezählt haben, vergegenwärtigen (vgl. S. [illegible]), so wird uns deutlich, dass alle Arten von "Ereignisgliedern" offensichtlich quantifizierend formuliert sind bis auf die erste Art, in welcher Behauptungen über "qualitative Erscheinungen" ausgesprochen werden. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich nun aber, dass auch bei dieser Art von Ereignis-Behauptungen implizit eine quantitative Bestimmung mitgedacht ist. Man kann diese quantitative Bestimmung auf einfache Weise sichtbar machen, nämlich indem man das Auftreten der jeweils behaupteten "Erscheinung" durch eine 1 und das Ausbleiben der "Erscheinung" durch eine 0 ausdrückt. Unsere Forderung, dass zur "Identifizierung des Gemeinten" "Ereignisglieder" von "experimentellen Sätzen" quantitativ formulierbar sein müssen, ist also für alle Arten von "Ereignisgliedern" erfüllt.

Innerhalb der "Ereignisglieder" mit Behauptungen über

"Erscheinungen" und "quantitative Alternativen" bestehen die zahlenmässigen Aussagen zunächst in der einfachen Konstatierung "1" oder "0". Wenn mehrfache Realisierungen durchgeführt werden, lässt sich die "Anzahl" der im ganzen konstatierten "Einsen" und "Nullen" bestimmen, wobei also der Akt des "Zählens" durchgeführt wird. - Eine Operation, die formal zwischen dem Zähl- und dem Meßakt angeordnet werden kann, ist das Herstellen von Rangordnungen. Solche Ranganordnungen lassen sich schon bilden, wenn die gemeinten "Ereignisse" nicht genau quantitativ festgelegt sind, sondern sich nur einem bestimmten Merkmal nach quantitativ abstufen lassen. Nach Herstellung der Rangordnung werden die einzelnen Instanzen sodann mit Ordinalzahlen, den "Rangzahlen", versehen. Im Akt des "Rangierens" ist die Reihenfolge, in welcher die Objekte mit Ordinalzahlen zu versehen sind, genau festgelegt im Gegensatz zum Akt des Zählens, der bei einem beliebigen Objekt einer Merkmalsklasse begonnen und in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden kann. - Sobald in den "Ereignisgliedern" Behauptungen über bestimmte festgelegte Quantitäten oder über "Variablen" ausgesprochen werden, können die quantitativen Aussagen sowohl in Form von Feststellungen über "Anzahlen" als Ergebnisse von Zählungsakten wie auch in Form von nicht als diskret nebeneinanderstehend, sondern auf einem Kontinuum angeordnet zu denkenden "Maßzahlen" erfolgen. Das "Zählen" ist dabei gegenüber dem "Messen" die grundlegendere und elementarere Operation. "Beim genetischen Aufbau des mathematischen Zahlenreiche nimmt man seinen Ausgang von den natürlichen Zahlen der Reihe 1, 2, 3 ... Der erste Schritt, der zu tun ist, ist der Aufstieg von den natürlichen Zahlen zu den Brüchen. Die Brüche verdanken historisch ihre Entstehung dem Übergang vom Zählen zum Messen" (WEYL 1948, S. 24). Beim Messen ist zunächst die Operation der Herstellung einer Beziehung der Gleichheit zwischen zwei Quantitäten, etwa zwischen zwei Strecken, durchgeführt und zum anderen "... eine

Operation, die aus irgend zwei Strecken a, b eine Strecke a + b erzeugt. Aus der Strecke a entsteht dann z. B. die Strecke 5a, indem man die Summe a+a+a+a+a mit fünf Summanden a bildet. Damit ist der Anschluss des Messens an das Zählen vollzogen" (WEYL 1948, S. 24). Das Messen ist - wie uns scheinen will - im Prinzip ein Zählen von als unendlich teilbar zu denkenden quantitativen Einheiten.

Die Anzahlen, Rangzahlen und Maßzahlen, wie sie in den "Ereignisgliedern" von "experimentellen Sätzen" formuliert sind, genügen sich als Zahlen nicht selbst, wie etwa die Zahlen innerhalb der reinen Mathematik, sie stehen vielmehr für ein "Etwas", das nicht identisch mit ihnen selbst ist; es ist in ihnen ein irgendwie geartetes Reales quantitativ bestimmt oder "q u a n t i f i z i e r t". Das Problem der "Quantifizierung" hat uns bei unseren Eröterungen über das "instrumentelle Experimentieren" nicht weiter zu beschäftigen brauchen, weil es sich von der Konzeption der "Elementarformen" aus quasi von selbst erledigte. Jetzt müssen wir uns jedoch mit den hier vorliegenden wesentlichen Problemen noch etwas genauer befassen.

Da die in den "experimentellen Sätzen" formulierten Zahlenwerte für ein nicht mit ihnen identisches reales "Etwas" stehen, haben wir hier grundsätzlich zwischen zwei Tatbeständen zu unterscheiden, zwischen den Zahlen als "Schreibzeichen" oder "Mitteilungszeichen" (HILBERT) und den realen Verhältnissen, auf die sich die Zahlen beziehen. Die realen Verhältnisse müssen nun in den Zahlen einer bestimmten quantitativen Dimension nach absolut eindeutig repräsentiert sein, denn die zahlenmässigen Aussagen sollen ja eben für reale Gegebenheiten Gültigkeit haben. Was heisst aber in diesem Falle "eindeutig repräsentiert"?

Die erste Voraussetzung ist, dass ein bestimmter realer Sachverhalt der Zähl- oder Messeinheit, durch die er repräsentiert werden soll, a b s o l u t e i n d e u t i g u n d u n v e r ä n d e r l i c h, q u a s i "i d e n t i s c h", z u g e o r d n e t i s t.

Das heisst, dass der gemeinte Sachverhalt aus dem "Geschehensfluss" h e r a u s i s o l i e r t , von anderen Sachverhalten k l a r a b g e h o b e n und in sich zeitlich absolut k o n s t a n t ist. Wenn in einer Zahl innerhalb einer bestimmten quantitativen Dimension gleichzeitig dieser und irgendein anderer oder heute dieser und morgen jener reale Umstand gemeint wäre, müsste die Geltung des entsprechenden "experimentellen Satzes" von vornherein als unmöglich betrachtet werden. Wir haben hier einen Spezialfall der allgemeinen Tatsache vor uns, dass bei jeder Einsetzung eines Symbols oder Schreibzeichens irgendwelcher Art die Gültigkeit der drei Grundsätze der klassischen Logik, der Identitätssatz, der Satz vom Widerspruch und der Satz vom ausgeschlossenen Dritten, zwangsläufig vorausgesetzt werden muss. Deswegen stellt es einen pragmatischen Zirkel dar, die klassische Logik durch System von Schreibzeichen, etwa logistischer Art, "begründen" oder "widerlegen" zu wollen. DINGLER hat diesen Umstand in seinen grundlegenden Untersuchungen zur "Philosophie der Logik und Arithmetik" mit aller Deutlichkeit herausgehoben. Er fasst seine Überlegungen folgendermassen zusammen: "Wer sich unverwechselbarer Schreibzeichen hinsichtlich ihrer Gleichheit oder Verschiedenheit bedient, der hat damit scho an ihnen in dieser Hinsicht die logischen Grundgesetze in ihrer Geltung garantiert" (DINGLER 1931, S. 45).

Die absolut eindeutige, "identische" Zuordnung zwischen einer Zähl- oder Meßeinheit und den darin zu repräsentierenden realen Gegebenheiten ist nun zwar die unbedingte Voraussetzung für die widerspruchsfreie Verwendung der Schreibzeichen, reicht aber zur eindeutigen Repräsentation von realen Gegebenheiten in Anzahlen oder Maßzahlen noch nicht aus. D i e r e a l e n G e g e b e n h e i t e n m ü s s e n d a r ü b e r h i n a u s i n j e d e r M e ß e i n h e i t , d i e e i n e n M a ß w e r t k o n s t i t u i e r t , h i n s i c h t l i c h d e s z u z ä h l e n d e n , z u r a n g i e r e n d e n

bzw. zu messenden Merkmals absolut gleichartig repräsentier sein. Nur so finden sich die "Sachverhalte" eindeutig in den "Zahlverhalten" wieder. - Wenn ich bei einem Zählakt bestimmte zu zählende Sachverhalte nacheinander mit den Ordinalzahlen 1., 2., 3. versehe, so muss ich sicher sein können, dass ich auch in jedem Falle hinsichtlich des zur Frage stehenden Merkmals dasselbe zähle und nicht etwa beim Zählen von "Äpfeln" unvermerkt in das Zählen von "Birnen" übergehe. Beim Akt des Herstellens von Rangordnungen muss hinzukommen, dass jede mit einer Rangzahl versehene Instanz hinsichtlich des zu rangierenden Merkmals tatsächlich im Vergleich zur Instanz mit der nächstniedrigeren Rangzahl ein eindeutiges "Mehr" und im Vergleich zur Instanz mit der nächsthöheren Rangzahl ein eindeutiges "Weniger" repräsentiert (oder umgekehrt). Noch schwerwiegender ist die hier zu firdernde Voraussetzung beim Meßvorgang. Den absolut gleichen Intervallen, die innerhalb eines Maßsystems zwischen jeweils zwei benachbarten Meßeinheiten und damit auch zwischen allen Meßeinheiten untereinander bestehen, müssen auch in der "Realität", auf welche das Maßsystem angewendet wird, hinsichtlich der zu messenden Dimension absolut gleichartige Intervalle entsprechen. Andernfalls würde sich die "Realität" in dem Maßsystem auf unkontrollierbare Weise "schief" oder "verzerrt" abbilden, womit eine eindeutige Repräsentanz der realen Gegebenheiten in den Meßergebnissen ausgeschlossen wäre. Von den Anzahlen über die Rangzahlen zu den Maßzahlen werden also an die Gleichartigkeit der den einzelnen Zahlen entsprechende Sachverhalte steigende Anforderungen gestellt.

Wie wir feststellten, geht allein schon aus dem Charakter

der hier gemeinten Zahlen als "Zeichen für etwas" hervor, dass bei jedem Zähl-, Rangier- oder Meßakt ein nicht zahlenmässiges, zu zählendes oder zu messendes Reales mitgedacht werden muss. Die Entscheidung über die Erfüllung der eben genannten Forderungen nach absolut identischer Zuordnung zwischen Zahlverhalten und Sachverhalten sowie nach absoluter Gleichartigkeit der jeweils verschiedenen Ordinalzahlen bzw. Maßeinheiten zugeordneten Sachverhalte hinsichtlich des zu zählenden, zu ordnenden oder zu messenden Merkmals lässt sich nun aber ausschließlich mit dem Blick auf die nichtzahlenmässigen Sachverhalte, die jeweils quantitativ erfasst werden sollen, fällen. Man kann den Zahlen selbst natürlich nicht ansehen, in welchem Verhältnis sie zu der Realität stehen, die sie erfassen sollen, sondern eben nur dieser "Realität". Da die realen Verhältnisse aber nun - aus Gründen, die wir früher ausführlich dargelegt haben ~~(vgl. S.)~~ - niemals selbst, sondern immer nur als Aussagen über reale Verhältnisse in der Wissenschaftssprache erscheinen, sind also zur Erfüllung der genannten fundamentalen Forderungen an jedes quantifizierende Vorgehen "nichtzahlenmässige" Aussagen über Reales nötig. Wenn man nun, gemäss einem verbreiteten Sprachgebrauch, alle nichtquantitativen Aussagen als "qualitative Aussagen" bezeichnet, so kann man konstatieren: Die Prüfung der Voraussetzungen für die Anwendbarkeit von Zahlen auf "Realität" muss auf qualitativem Wege erfolgen. Das heisst nun aber, dass weder die Mathematik noch die Statistik mit ihren eigenen Mitteln irgendwelche Aussagen über die Beziehung der von ihnen benutzten Schreibzeichen zur Realität gewinnen können. Es handelt sich hier um ein "Ansatzproblem" der Mathematik bzw. Statistik,

das – wenn ein pragmatischer Zirkel vermieden werden soll – nicht selbst wieder mathematisch-staitstisch, sondern eben nur "qualitativ" angegangen werden kann. Auch die DINGLERsche Lehre von den "Elementarformen" ist notwendigerweise im weitesten Sinne "qualitativer" Art. Von da aus versteht sich die DINGLERsche Einschätzung der euklidischen Geometrie: "Es ist klar, dass man die Geometrie nur auf qualitativer Basis aufbauen kann, da es vor ihrem Aufbau k e i n e M ö g l i c h k e i t e n z u e i n e r M e s s u n g g i b t. Dies aber leistet ausschliesslich die euklidische Geometrie" (1952, S. 11, Sperrung von mir).

Auf welchem Wege ist nun die eindeutige Zugeordnetheit von realen Sachverhalten zu "Anzahlen", "Rangzahlen" oder "Maßzahlen" anzustreben? Die Antwort auf diese Frage versteht sich von unserer Gesamtkonzeption aus von selbst: d u r c h e i n e n A k t d e r R e a l i s a t i o n. Die Realisation ist unserer Auffassung nach die einzige Operation, durch welche reale Verhältnisse mit Aussagen irgendwelcher Art in Übereinstimmung gebracht werden können. Durch den Realisationsakt muss hier versucht werden, die Verhältnisse in der Realität herzustellen oder aus realen Gegebenheiten auszuwählen, die den aufgestellten Forderungen für die eindeutige Beziehbarkeit von Zahlverhalten auf Sachverhalte genügen. Den Vorwurf für den Realisationsversuch bilden dabei "qualitative Feststellungen", in denen Bestimmungen zur Garantie der Eindeutigkeit und Gleichartigkeit der den Zahlsystemen zugeordneten realen Verhältnisse enthalten sein müssen.

Die genannte Eindeutigkeits- und Gleichartigkeitsforderung ist nun in der DINGLERschen Lehre vom "instrumentellen Experimentieren" optimal erfüllt worden. Die "qualitativen Feststellungen" sind hier die "Elementarformen" und die Produkte einer weitgehenden und immer zu vervollkommnenden Realisation der Meßinstrumente. Mit dieser Konzeption ist im Prinzip auch das Problem der Eindeutigkeit und Gleichartigkeit von realen Gegebenheiten, die "Rangzahlen" und

"Anzahlen" zugeordnet sind, gelöst; verschiedene Maßzahlen lassen sich natürlich - freilich unter Informationsverlust - allein der Grösse nach in eine Rangordnung bringen. Kontinuierliche Maßskalen sind - wiederum unter Informationsverlust - in diskrete Folgen von "Marken" umzuformen, die "durchgezählt" werden können und zu "Anzahlen" führen. Als Beispiel nehme man etwa eine Strasse, deren Länge sowohl gemessen als auch durch die Anzahl der bei dem Durchfahren der Strasse passierten Kilometersteine bestimmt werden kann. (Vgl. dazu WALKERS Darlegungen über das "Parallellaufen von stetigen und diskreten Folgen", 1954, S. 14.) Dieser Umformungsvorgang ist natürlich nicht umkehrbar. - Die Erfüllung der Eindeutigkeits- und Gleichartigkeitsforderung für das "instrumentelle Experimentieren" hilft uns nun aber für die Klärung der gerade zu bearbeitenden Probleme zum mindesten nicht unmittelbar weiter. Wir müssen uns fragen, wie eine absolut eindeutige, "identische" Zuordnung zwischen Zahlzeichen und Sachverhalten und die Gleichartigkeit der zu zählenden , zu arrangierenden bzw. zu messenden Sachverhalte in Hinsicht auf die quantitativ zu erfassende Eigenart zu erreichen ist, wenn die experimentelle Anordnung nicht oder nicht vollständig nach "idealwissenschaftlichen" Ideen gestaltet werden kann, sondern w e n n "n a t ü r l i c h e E l e m e n t e" in die experimentelle Planung einbezogen werden müssen.

Die Möglichkeit zur Formulierung eindeutiger Handlungsanweisungen zur Realisation der in den beiden Grundforderungen für die Anwendung von Zahlen auf Realität enthaltenen Bestimmungen, wenn die gemeinte "Realität" aus "natürlichen Elementen" besteht, ist weitgehend davon abhängig, welche Eigenart den jeweils angesprochenen Elementen i h r e r G e g e b e n h e i t s w e i s e n a c h in der alltäglichen Realität, in dern wir sie vorfinden, zukommt bzw. welcher Art die wissenschaftlichen "Gegenstände" sind, die man durch den Akt der "Gegenstandsgewinnung" aus der alltäglichen Realität gewonnen hat. - Der Akt des Zählens ist immer dann forderungsgemäss durchzuführen, wenn die zu zäh-

lenden natürlichen Gegebenheiten schon von sich aus isolierte, klar abgehobene, relativ konstante Gebilde darstellen wie etwa Bohnen oder Fliegen. Eine eindeutige Repräsentanz des zu Zählenden im Zählergebnis hängt hier ausschliesslich davon ab, wie klar man das "Merkmal", dessen Vorkommen an den Gebilden gezählt werden soll, definiert hat. Die Auszählung der "stummelflügeligen Taufliegen" aus einer Population von Drosophila melanogaster z. B. wird stets um so eindeutiger gelingen, je klarer das Merkmal der "Stummelflügeligkeit" definiert ist. Problematisch wird der Zählakt erst in dem Maße, als dem zu Zählenden nicht mehr die Eigenart des Isolierten, Abgehobenen und Konstanten zukommt, sondern wenn es sich etwa dabei um ein ganzheitliches Gebildegesamt mit verschwimmenden Grenzen zwischen den Gebilden und/oder um prozesshaftes Geschehen handelt wie etwa bei Verhaltensabläufen von Organismen oder bei bestimmten Erlebnisarten. Hier wird die Legitimität des Zählaktes davon abhängen, wieweit es gelingt, in den Handlungsanweisungen für die "auswählende Realisation" die definitorischen "Schnitte" so zu legen, dass dabei auch hier noch relativ isolierte, konstante Gebilde für den Zählakt vorliegen, wieweit es z. B. möglich ist, durch ein Gebildegesamt, vielleicht erst in höheren Grössenordnungen, dennoch bestimmte klare und konstante Grenzen zu legen oder Geschehensverläufe als Ganze nach eindeutigen Gesichtspunkten gegeneinander abzuheben. Beim Akt des Bildens von Rangordnungen aus "natürlichen Elementen" bestehen notwendigerweise die gleichen Probleme, die wir eben am Zählakt aufgewiesen haben, da der Zählakt ja in den Akt des "Rangierens" eingeht. Hinzu kommt hier jedoch, dass die einzelnen Gegebenheiten auf eine gemeinsame Dimension zu bringen sein müssen, nach welcher die Gegebenheiten dann geordnet werden können. Eindeutige Feststellungen über ein irgendwie geartetes "Mehr" oder "Weniger" sind aber natürlich längst nicht an allen "Sachverhalten" möglich, die im Zählakt ohne weiteres erfasst werden können. - Beim Meßakt wird auch, wenn "natürliche Elemente" vorliegen, die Erfüllung der formulierten Eindeutigkeitsforderung selbst-

verständlich immer dann gesichert sein, wenn die "natürlichen Elemente" mit "idealwissenschaftlichen" Mitteln gemessen werden können; man denke etwa an die Vermessung der Länge von Bohnen, an anthropometrische Messungen usw., aber auch an die Messung von Reaktionszeiten u. ä. Hier liefern die "idealwissenschaftlichen" Invarianzen absolut eindeutige Maßstäbe für den Meßvorgang. Nun haben wir ja aber schon darauf hingewiesen, dass die "idealwissenschaftliche" Messung in vielen Wissenschaftsbereichen nicht möglich ist, weil die hier zur Frage stehenden Gegenstandsqualitäten sich nicht auf den Dimensionen der geometrisch-mechanischen Meßinstrumente abbilden lassen. Auch hier muss jedoch in vielen Fällen eine eindeutige Anwendung von Maßzahlen auf reale Gegebenheiten möglich sein, weil sonst keinerlei Aussagen über den Realisationserfolg und die "Abweichungen" und damit keine Beurteilung des "empirischen Wertes" des übergeordneten "theoretischen Satzes" gelingen kann. An dieser Stelle entsteht die Problematik des "indirekten Messens", d. h. des Versuchs, eine konstante Zuordnung zwischen Meßeinheit und zu messenden Sachverhalten sowie eine Gleichheit der Intervalle der den Meßeinheiten zugeordneten Sachverhalte in Hinsicht auf die zu messende Dimension auch ohne die Zuhilfenahme von "idealwissenschaftlichen" Realisationsprodukten zu erreichen. Der Auflösung dieser Problematik und der Entwicklung von Maßsystemen zum (indirekt) messenden Erfassen von Erlebnisgegebenheiten widmeten sich z. B. die Psychophysiker von FECHNER im vorigen Jahrhundert bis etwa zu STEVENS in der Gegenwart. Auch bei der Bemühung um Schaffung von Einstellungsskalen irgendwelcher Art ist man stets mit dieser Problematik konfrontiert. Darüber hinaus muss gerade innerhalb der Psychologie bei jedem Experiment die Eindeutigkeit und Gleichartigkeit der Meßeinheiten - oder der Zähleinheiten - zum Problem gemacht werden. Es handelt sich hier um eine fundamentale Ansatzfrage, deren Bedeutung